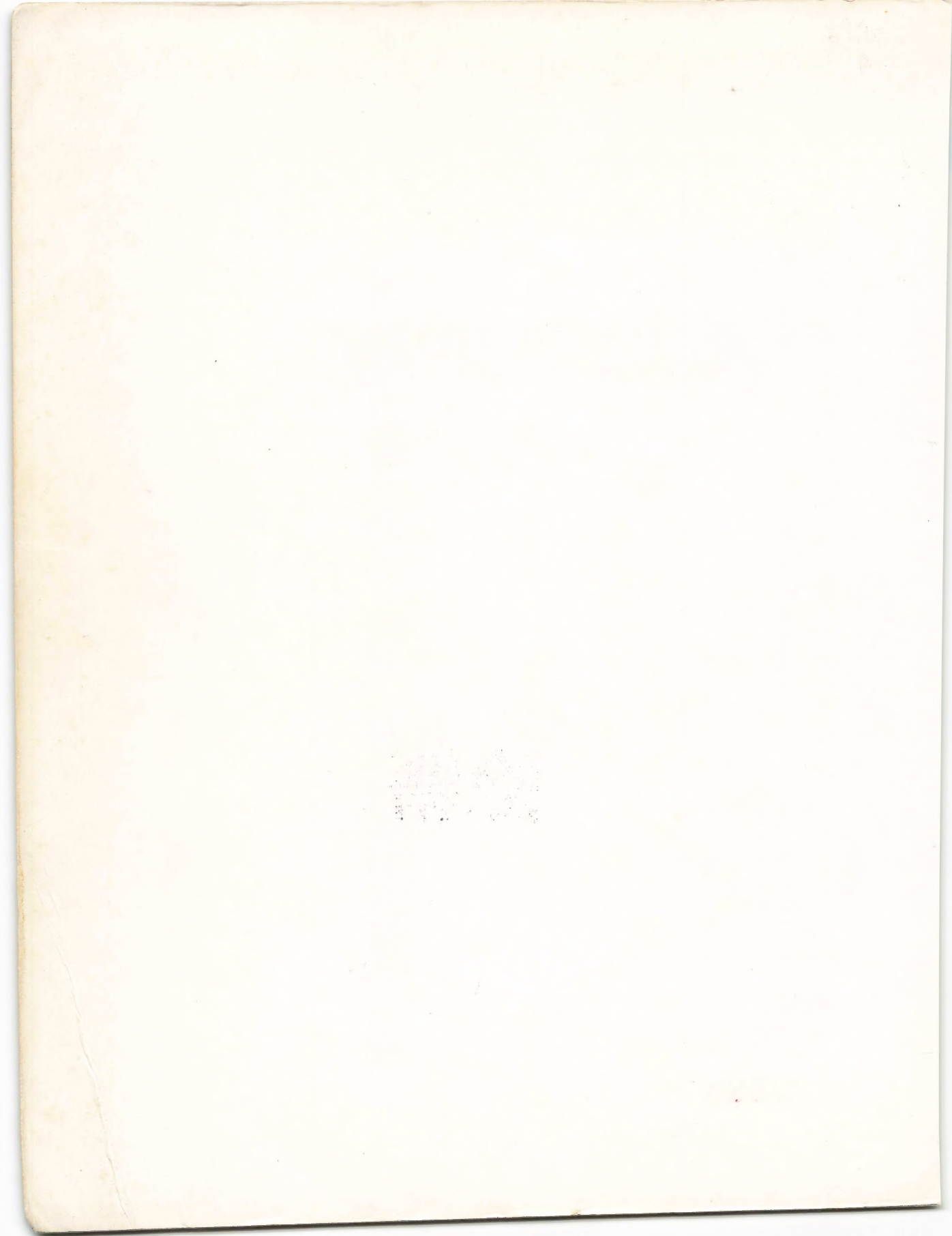
マイクロコンピュータの基本ソフトウェア

応用CP/M®

村瀬康治——著

アスキー出版局

応用CP/M®

村瀬 康治 著

アスキー出版局

*CP/M Learning System*全3巻の構成

この「CP／M Learning System」全３巻は，次のように構成されています．

入門 CP／M………CP／M がどの様なものであるかを解説し，CP／M を使うための基礎知識，日常よく使う各コマンドの実習などをやさしく具体的に解説します．
今まで CP／M については全く知らなかった読者でも，本書により CP／M の概要を理解し，一通り CP／M が使えるようになれるよう配慮されています．

実習 CP／M………CP／M の全コマンドと，そのほとんどすべての使い方を徹底的かつやさしく，具体的に実習しながら解説します．また，CP／M のハードウェアおよびソフトウェアの構成についても解説し，CP／Mの実用例として，CP／Mアセンブラによるマシン語開発の全過程を実習します．
本書は，読者が本格的に CP／M を使うようになった場合，CP／M のコマンド・ハンドブックとして，随時参照することになるでしょう．

応用 CP／M………CP／M をさらに深く広く応用する場合についての解説書です．マクロ・アセンブラによるマシン語開発，システム・コール，各種高級言語の使用例，アプリケーションやユーティリティの実行なども，分かり易い実行例に基づいて解説します．さらに CP／M の内部構造，BIOS の詳細など，本格的な CP／M ユーザーとして，いずれは必要となる知識を提供します．

各巻はそれぞれにまとまっていますので，必要に応じてどの巻を手にされても利用することができます．

本シリーズは，CP／M version ２．２を基にして書かれていますが，旧バージョンである，version １．４を使う場合のことを考慮し，共通でないコマンドについては，そのつど注意書きを付け加えてあります．

著者まえがき

1982年7月，NECは，ついに自社のパーソナル・コンピュータ，PC-8001とPC-8801に対するCP/Mを，NEC自らが開発し，4万円を切る低価格で発売しました．価格は恐らく国内では今までの最低のものだと思われますが，その性能は，CP/M史上の1つの〝事件〟として，特記に価する素晴しいものです．

ディスク・アクセスの高速化，CRT表示の高速化，エスケープ・シーケンスによるスクリーン・コントロール，割り込みを使ったキー入力，N-BASICのROM内ルーチンの呼び出し機能等々，このCP/Mは，今後，他機種用のCP/Mを開発するメーカーにとって，高い所に置かれた1つの目標となるでしょう．パーソナル・コンピュータ用のCP/Mで，このCP/Mを超えるものを作るのは容易なことではないと思われます（このNECのCP/Mについての解説は巻末付録Aを参照して下さい)．また，東芝も同様にPASOPIA用のCP/Mを，本書の原稿が書き上った9月に発売しました．

大手メーカーが，自社の機種用のCP/Mを自ら開発し，発売するに至った背景には，現状のBASICコンピュータのソフトウェア的な行きづまりがあります．

このことは，パーソナル・コンピュータが発売されて以来，付属のBASIC言語によるその応用を考えてきた多くのユーザーが痛感している問題であり，メーカーにとっても，今後の市場を確保し，パーソナル・コンピュータ分野の一層の発展を望むには，ソフトウェアの充実が急務なのです．そのためには8ビット・コンピュータの標準OSとなっているCP/Mを載せなければならないと判断したためでしょう．

今日，「CP/M」は，デジタルリサーチ社という一私企業の製品というより，事実上の世界的標準OSという意味あいが強く，特に8ビット機で80系を採用しているものならば，CP/Mが利用できないパーソナル・コンピュータなどは，メーカーの熱意のなさを示す最たるものと言えるでしょう（学習用機，専用機などは除く)．

「まずCP/Mを」これは筆者が，日本で最初のCP/M解説書である〝標準CP/M　ハンドブック〟以来主張していますが，これは全くユーザーの側に立った発言であり，CP/Mを採用することが最も経済的で，最も多大な利益をもたらすことを否定できる人はいないでしょう．とにかくまず，CP/Mに集中している豊富な共通資源を利用できる体制をとることです．すべてはそれからの話です．もし他のOSに関心があれば，UNIX likeのOSなり，何なりを試みることもよいでしょう．

「まずCP/Mを」これがユーザーの利益にとって最も安全確実な道であると思います．

著者まえがき

本書「応用 CP／M」も，完成が大幅に遅れ，当シリーズの多くの愛読者にしびれをきらさせてしまい，どうも申し訳ありませんでした．それほど怠けていた訳ではないのですが，いざ手を付けてみるとあまりにも多くの事柄があり過ぎ，時間がかかってしまいました．しかし本書の内容を見ていただければ，多少は許してもらえるかな？……とも思います．本書「応用 CP／M」により，初めて世の中に，CP／M の本当の力を紹介できる本が出現したと思っています．

本書の「システム・コール」の章により，多くの読者が，CP／M 最大のメリットであるこのシステム・コールを自在に使いこなせるようになるでしょう．それにより，CP／M 上の多くのアプリケーション・ソフトが生まれてきます．

また「高級言語」の章に刺激を受け，自分の目的に合う言語に取り組む読者も大勢いるでしょう．そこからは，アセンブラで書くのが困難な大きなシステム・ソフトウェアも生まれてきます．

こうして，共通 OS のもとで，優れたソフトウェアが生み出され，それが広く流通し，日本のマイクロコンピュータのソフトウェア水準の向上に，当 CP／M シリーズが少しでも役立つなら，著者としてこれ以上の喜びはありません．そうなることを心から期待しています．

1982年 9 月　　村瀬康治

目次

★ 5章　各種高級言語による同一主題ソフト開発例　219

★　6章　CP/Mのアプリケーションいろいろ ―――――――― 285

システム・コール一覧

1章 CP/Mの内部構造と機能の詳細

本章では，CP／Mの内部構造を，CP／M上で実行する各種ソフトウェアを開発するユーザーや，CP／MのBIOSを変更して，独自のCP／Mに改造しようとするユーザーを対象に，具体的かつ詳細に，実践に役立つように解説します．本章は，次章の「全システム・コール徹底解説」とは密接な関係にありますので，それぞれ関係する項目を相互に参照して読み進んで下さい．

CP／Mの構成は，入門および実習CP／Mでも解説されているように，

TPA	(Transient Program Area)
CCP	(Console Command Processor)
BDOS	(Basic Disk Operating System)
BIOS	(Basic Input Output System)

と，アドレス0000H～00FFHのスクラッチ・パッド・エリアから成り立っています．そのメモリ上の配置を図示しておきます．「実習CP／M」の1章・2章も随時参照して下さい．

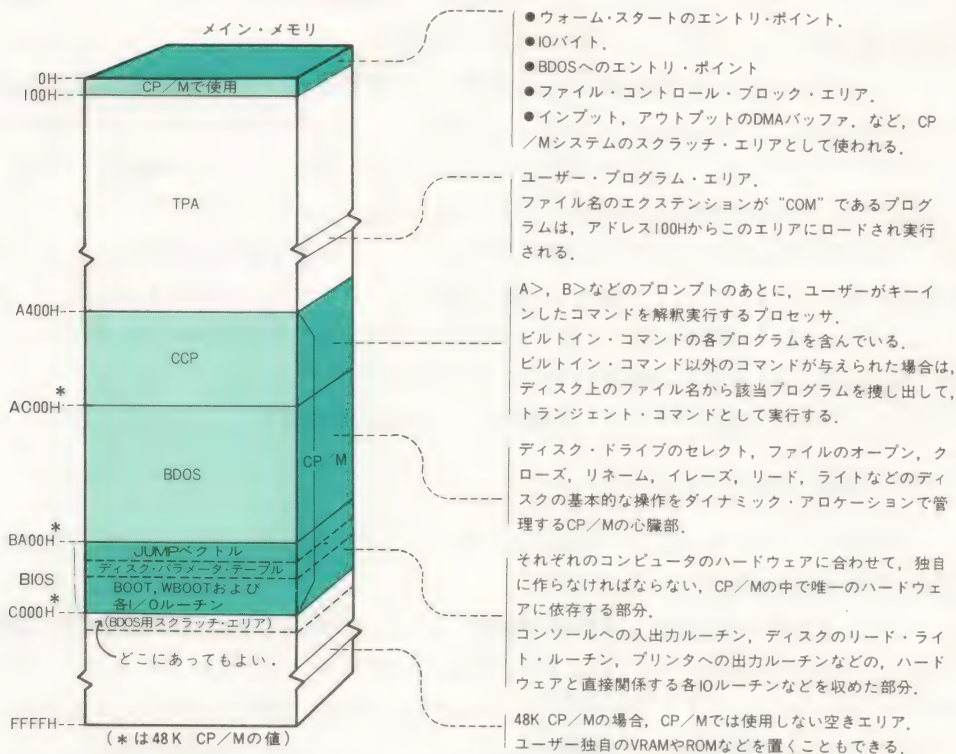



Figure-1.1.0　CP／Mシステムの構成

1.1 BIOS(基本入出力システム)

CP／Mは，どの機種のCP／Mでも能力は同じという訳ではありません．もちろんCPUのクロックが異なれば，処理スピードが違ってくるのは当然ですが，同一機種であっても，BIOSの作り方次第で，例えばディスクの読み書きに要する時間などは，4～5倍の差が出てしまうのです．

ディスクのアクセス・スピードに関して言えば，8インチ片面単密度の〝標準ディスク〟では，ディスクの読み書きの際のスキュー・ファクタ（セクタの飛び越し数．後述）などが決められており，よほどへたな設計をしない限り，どれもほぼ同じスピードになります．しかし，倍密度や，4倍密度のフロッピー・ディスク，それにハード・ディスクになると，BIOSの設計の良し悪しで，4～5倍，あるいはそれ以上の差が出てしまいます．

良くできたCP／Mと，そうでないCP／Mの差は，ディスクのアクセス・スピードだけではありません．スクリーン表示に関しては，エスケープ・シーケンスによるカーソルのアドレッシングや，その他のスクリーン・コントロールは可能か（6．3章参照），外部機器とのインターフェイスに関しては，プリンタや，RS-232CポートなどのI／Oポートが，CP／Mのフィジカル・デバイスとして自由に活用可能か，キーボードの入力に関しては，割り込み処理によるタイプ・アヘッド機能(割り込み処理とキー入力バッファにより，どんなに高速でタイピングしても，また，CP／Mがどのような仕事を行っていようと，キー入力したものは，1文字の取りこぼしもなくCP／Mに入力される機能)はあるか，など，いろいろな面で，「単にCP／Mが走るというだけ」のものから，「どんなアプリケーションにも対応できる良くできたCP／M」まで，元は同じ〝CP／M〟であっても，大きな能力の差が生じてしまうのです．

CP／M上の多くのソフトウェアの中でも，最近の進んだソフトウェアを実行するには，6．3章でも解説するように，上記の各機能（特にスクリーンのコントロール）などがサポートされた〝良くできた〟CP／Mでなければ，実行不可能なソフトも多くあるのです．

このような，CP／Mの能力の差が生じる場所が，これから解説を行う

BIOS（Basic Input Output System）

であり，この部分をいかに作るか（一般的なユーザーにとっては，〝作られているか〟であるが）により，CP／M全体の能力が決定されるのです．

ただし，これらの能力の差は，CP／M自身の関知することではありません．あくまでCP／M外の問題です．例えば，エスケープ・シーケンスによるスクリーンのコントロールなどは，パーソナル・コンピュータ自身のスクリーン出力ルーチンが当然持っていなければならない機能であるのに，それがない．仕方がないのでCP／MのBIOS部でその面倒をみる，ということです．ここの所を誤解しないようにして下さい．

では，このBIOS部の構成，機能，作り方などの基本を解説して行きましょう.

1.1.1 BIOSの構成と機能

それぞれのコンピュータのハードウェアに合わせて作られたBIOSを，"CBIOS"(シーバイオス)(Customized BIOS)と呼びます. ここでは，デジタルリサーチ社のマニュアルの中に，サンプルとして提示されているCBIOSのソース・ファイルの骨子を基に，解説を行います.

次に，CBIOSの構成をブロック図で示します.

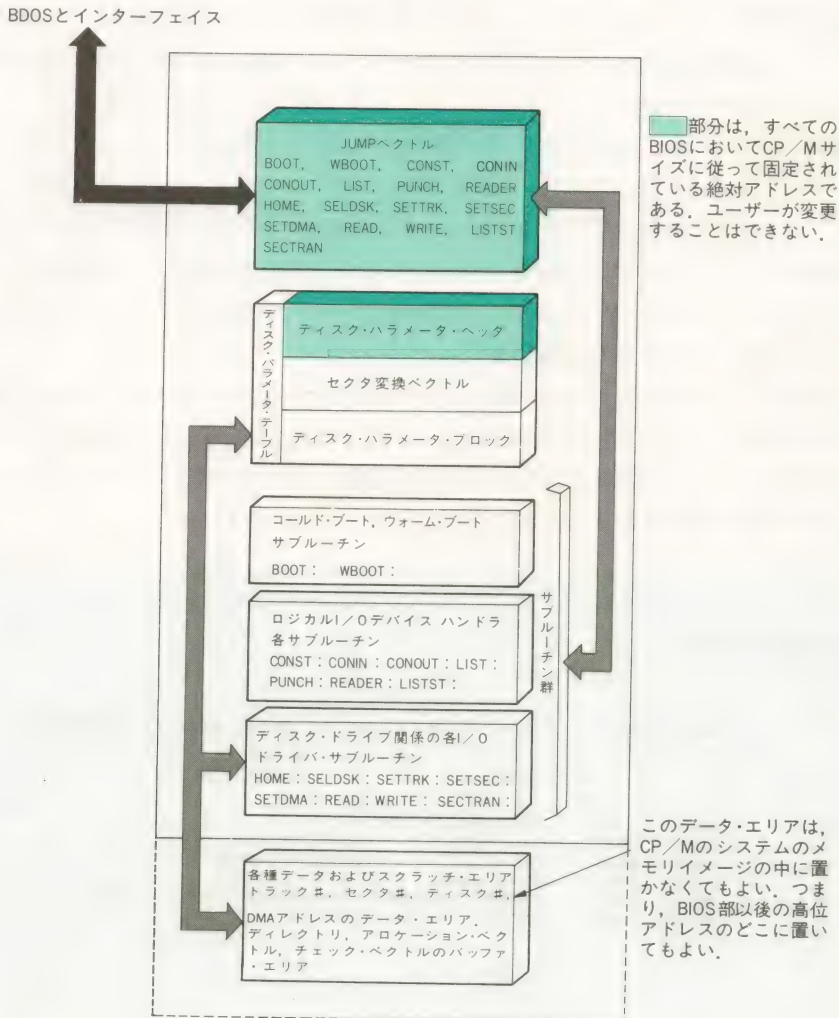



Figure-1.1.1 CBIOSの骨子

CP／Mの ディスクを含めたすべての入出力は，BDOSにより，このBIOSを通して行われます．CP／Mが，何らかの入出力を行おうとする時，BDOSは，BIOSの先頭に集められているそれぞれのサブルーチンへ導くための〝JUMPベクトル〟の１つをコールし，そのベクトルに導かれて目的の機能が実行されます．また，入出力がディスク関係であれば，BDOSは，JUMPベクトルの次のブロックに位置する〝ディスク・パラメータ・ヘッダ〟を，JUMPベクトルの１つ〝SELDISK〟を介して参照し，ディスク管理に必要な各種データが格納されているアドレスを求め，そのディスクのデータを得ることによってすべてのディスク操作を行います．

合計17個のJUMPベクトルは，どのようなCP／MのBIOSでも，同じCP／Mサイズであれば，その位置するアドレスは変わることなく，常に同じであり，必ずBIOSの先頭に置かれています．同時に，それらのベクトルの順序も決められており，ユーザーが変更することはできません．

この〝JUMPベクトル〟が，それぞれのCP／Mサイズにより，固定されているからこそ，CP／Mは，どのようなハードウェアを持ったマシンのBIOSでも，迷うことなく（１番目はBOOT，４番目はコンソール入力，……などと決まっているので），すべての入出力を行うことができるのです．

次に，Figure-1.1.1に示した〝CBIOSの骨子〟のブロック図に対応する，実際のアセンブリ・ソース・プログラムのアウトラインを示します．リスト中の〝……〟で区切られているのが，それぞれFigure-1.1.1に示したブロックの区切りに当ります．

ここに示すのは，デジタルリサーチ社が提供しているCBIOSの骨子のソースファイル，〝CBIOS.ASM〟を，48K CP／M用にアセンブルしたPRNリストのアウトラインです．リスト冒頭の，ラベル〝MSIZE〟の値を，それぞれのマシンの設定可能な最大メモリ容量に合わせてアセンブルすることにより，任意のサイズのCP／MのBIOSを作ることができるようになっています．

```
A>TYPE CBIOS48.PRN

                  ;
                  ;
0030 =            MSIZE   EQU   48          ;CP/M VERSION MEMORY SIZE IN KILOBYTES
                  ;
                  ;
                  ;
                  ;
7000 =            BIAS    EQU   (MSIZE-20)*1024
A400 =            CCP     EQU   3400H+BIAS        ;BASE OF CCP
AC06 =            BDOS    EQU   CCP+806H          ;BASE OF BDOS
BA00 =            BIOS    EQU   CCP+1600H         ;BASE OF BIOS
0004 =            CDISK   EQU   0004H       ;CURRENT DISK NUMBER 0=A,...,15=P
0003 =            IOBYTE  EQU   0003H       ;INTEL I/O BYTE
```

```
;------------------------------------------------------------------------

BA00                    ORG     BIOS      ;ORIGIN OF THIS PROGRAM
002C =          NSECTS  EQU     ($-CCP)/128        ;WARM START SECTOR COUNT
                ;
                ;
                ;
BA00 C39CBA             JMP     BOOT               ;COLD START
BA03 C3A6BA     WBOOTE: JMP     WBOOT              ;WARM START
BA06 C311BB             JMP     CONST              ;CONSOLE STATUS
BA09 C324BB             JMP     CONIN              ;CONSOLE CHARACTER IN
BA0C C337BB             JMP     CONOUT             ;CONSOLE CHARACTER OUT
BA0F C349BB             JMP     LIST               ;LIST CHARACTER OUT
BA12 C34DBB             JMP     PUNCH              ;PUNCH CHARACTER OUT
BA15 C34FBB             JMP     READER             ;READER CHARACTER OUT
BA18 C354BB             JMP     HOME               ;MOVE HEAD TO HOME POSITION
BA1B C35ABB             JMP     SELDSK             ;SELECT DISK
BA1E C37DBB             JMP     SETTRK             ;SET TRACK NUMBER
BA21 C392BB             JMP     SETSEC             ;SET SECTOR NUMBER
BA24 C3ADBB             JMP     SETDMA             ;SET DMA ADDRESS
BA27 C3C3BB             JMP     READ               ;READ DISK
BA2A C3D6BB             JMP     WRITE              ;WRITE DISK
BA2D C34BBB             JMP     LISTST             ;RETURN LIST STATUS
BA30 C3A7BB             JMP     SECTRAN            ;SECTOR TRANSLATE
                ;
;------------------------------------------------------------------------
                ;
                ;
                ;
                ;       DISK PARAMETER HEADER FOR DISK 00
BA33 F3BA0000   DPBASE: DW      TRANS,0000H
BA37 00000000           DW      0000H,0000H
BA3B F0BC8DBA           DW      DIRBF,DPBLK
BA3F ECBD70BD           DW      CHK00,ALL00
                ;       DISK PARAMETER HEADER FOR DISK 01
BA43 73BA0000           DW      TRANS,0000H
BA47 00000000           DW      0000H,0000H
BA4B F0BC8DBA           DW      DIRBF,DPBLK
BA4F FCBD8FBD           DW      CHK01,ALL01
                ;       DISK PARAMETER HEADER FOR DISK 02
BA53 73BA0000           DW      TRANS,0000H
BA57 00000000           DW      0000H,0000H
BA5B F0BC8DBA           DW      DIRBF,DPBLK
BA5F 0CBEAEBD           DW      CHK02,ALL02
                ;       DISK PARAMETER HEADER FOR DISK 03
BA63 73BA0000           DW      TRANS,0000H
BA67 00000000           DW      0000H,0000H
BA6B F0BC8DBA           DW      DIRBF,DPBLK
BA6F 1CBECDBD           DW      CHK03,ALL03
                ;
                ;       SECTOR TRANSLATE VECTOR
BA73 01070D13   TRANS:  DB      1,7,13,19          ;SECTORS 1,2,3,4
BA77 19050B11           DB      25,5,11,17         ;SECTORS 5,6,7,8
BA7B 1703090F           DB      23,3,9,15          ;SECTORS 9,10,11,12
BA7F 1502080E           DB      21,2,8,14          ;SECTORS 13,14,15,16
BA83 141A060C           DB      20,26,6,12         ;SECTORS 17,18,19,20
BA87 1218040A           DB      18,24,4,10         ;SECTORS 21,22,23,24
BA8B 1016               DB      16,22              ;SECTORS 25,26
                ;
                DPBLK:  ;DISK PARAMETER BLOCK, COMMON TO ALL DISKS
BA8D 1A00               DW      26                 ;SECTORS PER TRACK
BA8F 03                 DB      3                  ;BLOCK SHIFT FACTOR
BA90 07                 DB      7                  ;BLOCK MASK
BA91 00                 DB      0                  ;NULL MASK
BA92 F200               DW      242                ;DISK SIZE-1
BA94 3F00               DW      63                 ;DIRECTORY MAX
BA96 C0                 DB      192                ;ALLOC 0
BA97 00                 DB      0                  ;ALLOC 1
BA98 1000               DW      16                 ;CHECK SIZE
BA9A 0200               DW      2                  ;TRACK OFFSET
                ;       END OF FIXED TABLES
```

すべての48KCP／Mに固定の絶対アドレス

それぞれのサブルーチンへのジャンプ・ベクトル.
ジャンプ先のアドレスは，それぞれのCBIOSにより異なる.

CBIS の作り方により，各サブルーチンのアドレスは変化する.

8インチ片面単密度の標準ディスクを使った，4ドライブ・システム用のディスク・パラメータ・テーブル

ディスク・パラメータ・ヘッダ

これ以後のアドレスは,各CBIOSにより一定ではない

セクタ変換ベクトル（ディスク00～03に共通）

ディスク・パラメータ・ブロック（ディスク00～03に共通）

これらのテーブルは，DISKDEFマクロ・ライブラリにより簡単に作成できる.

```
;-----------------------------------------------------------------
                    ;    コールド・ブート，ウォーム・ブートに関する一連のサブルーチン．
                    ;    （注：“～”記号はユーザーによるルーチンを表す）
                    ;
BA9C                BOOT:   ;SIMPLEST CASE IS TO JUST PERFORM PARAMETER INITIALIZATION
                                    ～……IOバイト，ログイン・ディスクNo．などのイニシャライズ
                        JMP     GOCPM           ;INITIALIZE AND GO TO CP/M
                    ;
BAA6                WBOOT:  ;SIMPLEST CASE IS TO READ THE DISK UNTIL ALL SECTORS LOADED
                                    ～……コールド・ブート・ローダとBIOS部を除く，システム・トラック全体を読み出して，
                                        メモリにロードする．
                    ;
                    ;   END OF LOAD OPERATION, SET PARAMETERS AND GO TO CP/M
                    GOCPM:          ～……ウォーム・ブートのための0Hのジャンプ・ベクトル，システム・コールのための5Hの
                                        BDOSへのジャンプ・ベクトルのセット，それにDMAアドレスのセットなど．
                        JMP     CCP     ;GO TO CP/M FOR FURTHER PROCESSING
;-----------------------------------------------------------------
                    ;    4つのロジカル・デバイスの各ハンドラのサブルーチン．
                    ;    それぞれのコンピュータのハードウェアに合わせて作成する．
                    ;    この例では，IOバイトによるフィジカル・デバイスのサポートは行っていない．
                    ;
BB11                CONST:  ;CONSOLE STATUS, RETURN OFFH IF CHARACTER READY, OOH IF NOT
                                    ～……“CON：”のステータス・チェック・ルーチン．
                        RET
                    ;
BB24                CONIN:  ;CONSOLE CHARACTER INTO REGISTER A
                                    ～……“CON：”の1文字入力ルーチン．
                        RET
                    ;
BB37                CONOUT: ;CONSOLE CHARACTER OUTPUT FROM REGISTER C
                                    ～……“CON：”の1文字出力ルーチン．
                        RET
                    ;
BB49                LIST:   ;LIST CHARACTER FROM REGISTER C
                                    ～……“LST：”の1文字出力ルーチン．
                        RET
                    ;
BB4B                LISTST:         ;RETURN LIST STATUS (O IF NOT READY, 1 IF READY)
                                    ～……“LST：”のステータス・チェック・ルーチン．
                        RET
                    ;
BB4D                PUNCH:  ;PUNCH CHARACTER FROM REGISTER C
                                    ～……“PUN：”の1文字出力ルーチン．
                        RET
                    ;
BB4F                READER: ;READ CHARACTER INTO REGISTER A FROM READER DEVICE
                                    ～……“RDR：”の1文字入力ルーチン．
                        RET
;-----------------------------------------------------------------
                    ;    ディスク・ドライブの入出力関係ドライバ・ルーチン
                    ;
                    ;
                    ;
BB54                HOME:   ;MOVE TO THE TRACK OO POSITION OF CURRENT DRIVE
                    ;       TRANSLATE THIS CALL INTO A SETTRK CALL WITH PARAMETER OO
                                    ～……HOMEへのシーク・ルーチン．
                        RET                                   ON FIRST READ/WRITE
                    ;
BB5A                SELDSK:         ;SELECT DISK GIVEN BY REGISTER C
                                    ～……ドライブ選択ルーチン．
                        RET
                    ;
BB7D                SETTRK:         ;SET TRACK GIVEN BY REGISTER C
                                    ～……トラックNo．セット・ルーチン．
                        RET
                    ;
BB92                SETSEC:         ;SET SECTOR GIVEN BY REGISTER C
                                    ～……セクタNo．セット・ルーチン．
                        RET
```

```
                ;
BBA7            SECTRAN:
                        ;TRANSLATE THE SECTOR GIVEN BY BC USING THE
                        ;TRANSLATE TABLE GIVEN BY DE
                        RET             ;WITH VALUE IN HL
                ;
BBAD            SETDMA:         ;SET DMA ADDRESS GIVEN BY REGISTERS B AND C
                        RET
                ;
BBC3            READ:   ;PERFORM READ OPERATION (USUALLY THIS IS SIMILAR TO WRITE
                ;       SO WE WILL ALLOW SPACE TO SET UP READ COMMAND, THEN USE
                ;       COMMON CODE IN WRITE)
                        RET
                ;
BBD6            WRITE:  ;PERFORM A WRITE OPERATION
                        RET
;------------------------------------------------------------------------
                ;
                ;
                ;
                ;
BCE9            TRACK:  DS      2       ;TWO BYTES FOR EXPANSION
BCEB            SECTOR: DS      2       ;TWO BYTES FOR EXPANSION
BCED            DMAAD:  DS      2       ;DIRECT MEMORY ADDRESS
BCEF            DISKNO: DS      1       ;DISK NUMBER 0-15
                ;
                ;       SCRATCH RAM AREA FOR BDOS USE
BCF0 =          BEGDAT  EQU     $       ;BEGINNING OF DATA AREA
BCF0            DIRBF:  DS      128     ;SCRATCH DIRECTORY AREA
BD70            ALL00:  DS      31      ;ALLOCATION VECTOR 0
BD8F            ALL01:  DS      31      ;ALLOCATION VECTOR 1
BDAE            ALL02:  DS      31      ;ALLOCATION VECTOR 2
BDCD            ALL03:  DS      31      ;ALLOCATION VECTOR 3
BDEC            CHK00:  DS      16      ;CHECK VECTOR 0
BDFC            CHK01:  DS      16      ;CHECK VECTOR 1
BE0C            CHK02:  DS      16      ;CHECK VECTOR 2
BE1C            CHK03:  DS      16      ;CHECK VECTOR 3
                ;
BE2C =          ENDDAT  EQU     $       ;END OF DATA AREA
013C =          DATSIZ  EQU     $-BEGDAT;SIZE OF DATA AREA
BE2C                    END

A>
```


Figure-1.1.2　48K CP/MのCBIOSのソース・リストの骨子.

17個のJUMPベクトルによって導かれるそれぞれのサブルーチンを，リスト中では次のような形式で示しておきます.

```
ラベル名:    ;このサブルーチンの機能
             ~(ユーザーによるルーチン)
             RET
```

これらのサブルーチンは，CBIOSを作ろうとするユーザーが，それぞれのマシンに合わせて作らなければなりません.

次に動作の一例として，BDOSが"CONIN"(コンソールからの１文字入力)をコールした場合のBIOS内の処理の流れを図示しておきます．

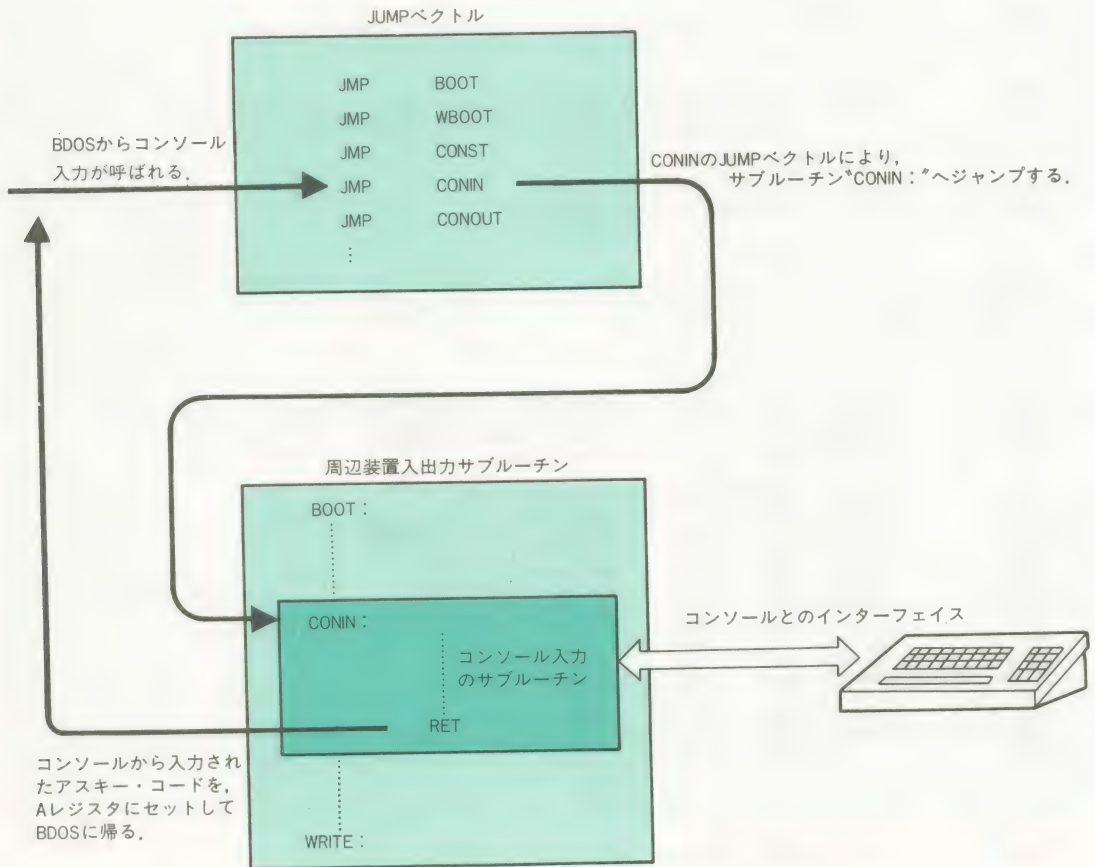



Figure-1.1.3 CBIOS内の処理の流れ

次に，各サブルーチンのそれぞれの機能の内容を解説します．

JUMPベクトルにより導かれる各サブルーチンの機能

各サブルーチンの入出力条件を，JUMPベクトルの並び順に示します．ここに示されているそれぞれの内容は，各ルーチンでの最低限必要な処理であり，他に必要があれば，ユーザー独自のものを拡張します．

BOOT：　(コールド・ブート)

コールド・スタート・ローダから引き継がれ，システムの基本的なイニシャライズを行うルーチンである．次の〝WBOOT〞とも関連するので，共通のルーチン〝GOCPM〞を設け（リスト参照），ここでは，IOバイトのセットとドライブA：を選択するために，アドレス03H（ログイン・ディクスNo.の格納バイト）を0にセットして，ラベル〝GOCPM〞へジャンプすればよい．その他ここで必要なものがあれば付け加え，あとの処理は〝WBOOT〞のルーチンと共通の〝GOCPM〞で行えばよい．

WBOOT：　(ウォーム・ブート)

キーボードからのCtrl-Cの入力時や，アドレス0000Hへジャンプした時などのウォーム・スタート（リブート）の際に呼ばれるルーチンであり，次に示す各イニシャライズを行う．

○ディスクのシステム・トラックから，BIOSを除いたすべてを読み出し，メモリ上に再ロードする．
○アドレス00H～02Hに，ウォーム・スタートのジャンプ・ベクトルをセットする．
○アドレス05H～07Hに，システム・コールのためのBDOSへのジャンプ・ベクトルをセットする．
○ログイン・ディスクNo.（アドレス03Hの値）をCレジスタにセットして，CCPの先頭にジャンプする．

CONST：　(コンソール・ステータス)

現在の〝CON：〞に割り当てられているデバイスのステータスをチェックする．READYであればFFH，BUSYであれば00HをAレジスタにセットしてリタンする．

CONIN：　(コンソール・インプット)

現在の〝CON：〞に割り当てられているデバイスから1文字を入力し，そのアスキー・コードをAレジスタにセットしてリタンする．デジタルリサーチ社のマニュアルには，最上位ビットを0にするよう指示があるが，その必要はない(カナや，グラフィック・キャラクタに対応するには)．このルーチンは，入力がない場合は内部で入力があるまでループさせること．

CONOUT：　(コンソール・アウトプット)

現在の〝CON：〞に割り当てられているデバイスに，Cレジスタにセットされているアスキー・コードを出力する．

LIST：　（リスト・アウトプット）

現在の〝LST：″に割り当てられているデバイスに，Cレジスタにセットされているアスキー・コードを出力する．

PUNCH：　（パンチ・アウトプット）

現在の〝PUN：″に割り当てられているデバイスに，Cレジスタにセットされているアスキー・コードを出力する．

READER：　（リーダ・インプット）

現在の〝RDR：″に割り当てられているデバイスから1文字を入力し，Aレジスタにセットしてリタンする．入力がない場合は，入力されるまで内部でループする．これも，〝CONIN″の場合と同様に，最上位ビットを0にする必要はない．

HOME：　（ホームへのシーク）

ログイン・ディスクのヘッドを，ホーム位置（トラック00）にシークする．後述の〝SETTRK″ルーチンを利用してもよい．

SELDSK：　（セレクト・ディスク・ドライブ）

Cレジスタにセットされているドライブ No.（A：＝0，B：＝1，……，P：＝15）のドライブを選択するためのルーチン．

Cレジスタにセットされているドライブ No. に従って，そのドライブのディスク・パラメータ・ヘッダのベース・アドレス（リストでは，それぞれ，**BA33H，BA43H，BA53H，BA63H**に当たる）をH，Lレジスタにセットしてリタンする．もし，存在しないドライブが選択された場合は，H，Lレジスタに0000Hをセットしてリタンする．実際の動作は，リード／ライトの直前に行えばよい（注）．

SETTRK：　（セット・トラック）

B，Cレジスタ（フロッピー・ディスクであれば，256トラック以下であるので，Cレジスタのみ見ればよい）にセットされている値のトラック No. に，ヘッドをシークする．実際の動作は，リード／ライトの直前に行えばよい（注）．

SETSEC：　（セット・セクタ）

B，Cレジスタにセットされている値のセクタ No. を，ディスク・コントローラに送り込む．実際の動作は，リード／ライトの直前に行えばよい（注）．

SETDMA：　(セットDMAアドレス)

B，Cレジスタにセットされているアドレス(デフォールトは0080H，その他の値は，ユーザーのシステム･コールによる設定で任意)に，ディスクのリード／ライトを行う際の128バイトの入出力バッファを設定する．

要するに，ここで設定されたバッファを介して，リード／ライト時のデータの入出力が行われる．

READ：　(ディスク・リード)

〝SELDSK〞，〝SETTRK〞，〝SETSEC〞で，あらかじめ指定されている1セクタのデータを読み出し，DMAバッファに格納する．

セクタ・リードが正常に行われた場合は00，もし回復できないエラーを起こした場合は01のエラー・コードをAレジスタにセットしてリタンする．ただし，エラーが起こった場合，普通は10回程度のリトライを行う．

エラー・コードにより，BDOSはエラー・メッセージを出力する．

WRITE：　(ディスク・ライト)

DMAバッファの1セクタのデータを，ディスクに書き込む．その他は上記〝READ〞の場合と全く同じ．

LISTST：　(リスト・ステータス)

現在の〝LST：〞に割り当てられているデバイスのステータスをチェックする．READYならFFH，BUSYなら00HをAレジスタにセットしてリタンする．

バック･グラウンド･プリントアウト･プログラムの〝DESPOOL〞などでこのルーチンが利用される．通常は00Hとなるようにしておくこと．

SECTRAN：　(セクタ・トランスレータ)

ディスクのリード／ライトを少しでも高速に行う目的の，スキュー(セクタの飛び越し読み書き．後述)を行うための，ロジカル・セクタ⇨フィジカル・セクタの変換ルーチンである．

ロジカル･セクタNo.がB，Cレジスタに，セクタ変換テーブルの先頭アドレスがD，Eレジスタにセットされ，当ルーチンがコールされる．変換されたフィジカル･セクタNo.は，H，Lレジスタにセットしてリタンする．

注）これらのパラメータを，Figure-1.1.2のアドレスBCE9H～BCEFHのバッファにセットしておき，リード／ライトの直前に一括して実行すればよい．

ここで示したCBIOSのブロック図や，ソース・リスト，各ルーチンの機能などは，標準的なCP／Mを動作させるための必要最少限のBIOSであり，IOバイトによるロジカル・デバイスに対する各フィジカル・デバイスの選択やそれらのドライバ・ルーチンなどは含まれていません．

IOバイトを利用する場合は，4つのロジカル・デバイスの各ルーチン（ステータス・チェック・ルーチンも含む）のそれぞれの冒頭に，アドレス03HのIOバイトの値をみて，その値が指示するデバイスを選択するための〝デバイス・セレクト・ルーチン〟を設けなくてはなりません．その上で，それらのフィジカル・デバイス自身のルーチンを設ける訳です．

その他，〝良くできた使えるCP／M〟にするためには，オプション的な各種機能を，それぞれのルーチンに盛り込む必要もあるでしょう．一方，フィジカル・デバイスや，ロジカル・デバイスの中で，もし使う必要がない周辺装置があるならば，それらのサブルーチンは書く必要はありません．その場合は，もし誤ってコールされた場合の暴走を防ぐために，〝RET〟命令を書いておき，何もせずにリタンするようにしておくのが良いでしょう．

ユーザー・プログラムから各エントリ・ポイントの直接CALL

前述の17のJUMPベクトルは，〝BOOT〟と〝WBOOT〟を除き，それらに続くルーチンは，最後が〝RET〟命令で終わるサブルーチンの形式をとっています．よって，2章で解説する〝システム・コール〟を利用しなくても，JUMPベクトルに導かれる17の機能は，このエントリ・ポイントに対する各CP／Mサイズに固有の絶対アドレスを，直接にCALLすることにより，それぞれ実行することができます．〝BOOT〟，〝WBOOT〟のルーチンは，サブルーチンではありませんが，スタック・ポインタもイニシャライズしますので，〝CALL〟命令でも〝JMP〟命令でもどちらでも実行可能です．

この　BIOSエントリ・ポイントの直接CALLによるメリットは，

① コンソールなどの周辺装置の入出力に関するものでは，システム・コールに伴うBDOS内でのオーバ・ヘッド（目的の機能が実行されるまでに介在する各種ルーチン）が省かれるので，その分だけ処理が高速になる．
② BDOSに一切関係せず各処理が行える．
③ システム・コールの機能にはない，任意のセクタのリード／ライトが可能である．

などが挙げられます．

CALLの具体的な方法は，CALLに際しパラメータが必要なものは，それぞれのレジスタにパス・パラメータをセットして，それぞれのJUMPベクトルの絶対アドレスをCALLすればよい訳です．

例えばFigure-1.1.2の48K　CP／Mでは，

```
Cレジスタ←出力キャラクタ
CALL   BA0CH
```

を実行することにより，コンソールに任意の1文字を出力することができます.

しかし，CP／Mのサイズは20K～64Kまで様々ですので，実際のアプリケーションには，どのCP／Mサイズに対しても実行可能となるように，アドレス0000H～0002Hにある〝WBOOT〟のエントリ・ポイントに示されているアドレスを基に，その他16のJUMPベクトル自身のアドレスを算出するというテクニックがよく使われています.

次に，BIOS JUMPベクトル・エントリ・ポイントの一覧表を示しておきます.

BOOT＝4A00(20K)，7A00(32K)，BA00(48K)，FA00(64K)

アドレス	ベクトル名	機　能	パス・パラメータ	リタン・パラメータ
××00H	BOOT	コールド・ブート	—	C←0
××03H	WBOOT	ウォーム・ブート	—	C←ドライブNo.
××06H	CONST	コンソール・ステータス・チェック	—	A←FFH／00 (レディー／ビジー)
××09H	CONIN	コンソール入力	—	A←入力キャラクタ
××0CH	CONOUT	コンソール出力	C←出力キャラクタ	—
××0FH	LIST	リスト出力	〃	—
××12H	PUNCH	パンチ出力	〃	—
××15H	READER	リーダ入力	—	A←入力キャラクタ
××18H	HOME	ヘッドのホーム・シーク	—	—
××1BH	SELDSK	ディスク・ドライブの選択	C←ドライブNo.	HL←DPH
××1EH	SETTRK	トラックNo.のセット	C←トラックNo.	—
××21H	SETSEC	セクタNo.のセット	C←セクタNo.	—
××24H	SETDMA	DMAアドレスのセット	BC←DMAアドレス	—
××27H	READ	指定されたセクタのリード	—	A←00／01 (OK／エラー)
××2AH	WRITE	〃　ライト	—	—
××2DH	LISTST	リスト・ステータスのチェック	—	A←FFH／00 (レディー／ビジー)
××30H	SECTRAN	セクタ・トランスレータ	BC←ロジカル・セクタNo. DE←トランスレート・テーブル・アドレス	HL←フィジカル・セクタNo.

BIOS JUMPベクトル・エントリ・ポイント

1.1.2 ディスク・パラメータ・テーブル

CBIOSのブロック図や，ソース・リストに示されているように，〝JUMPベクトル〟に続くエリアは，〝ディスク・パラメータ・テーブル〟と呼ばれる，ディスクの入出力を行う際に必要な，各ディスク・ドライブに関する情報を保管するためのエリアが置かれています.

ディスク・パラメータ・テーブルは，次に示す3つの部分から構成されています（Figure-1.1.1およびFigure-1.1.2も参照）．

1. ディスク・パラメータ・ヘッダ
2. セクタ・トランスレート・テーブル
3. ディスク・パラメータ・ブロック

これらのそれぞれについて説明して行きましょう．2章の「システム・コール」のファンクション27，31，35などとも密接な関係がありますので，相互に参照して下さい．

ディスク・パラメータ・ヘッダ

DPHと呼ばれ，CBIOSのリストに示されているように，4ドライブ·システムであれば4個，nドライブ・システムであればn個というように，各ドライブにそれぞれ独立したDPHを設けます．

DPHの構成を，Figure-1.1.2のCBIOSのリストを例に解説しましょう．

リストでは，1個のドライブの各パラメータを，1ラインに4バイトずつ，4ラインに分けて書いてありますが，ここでは横一列に並べて示します．

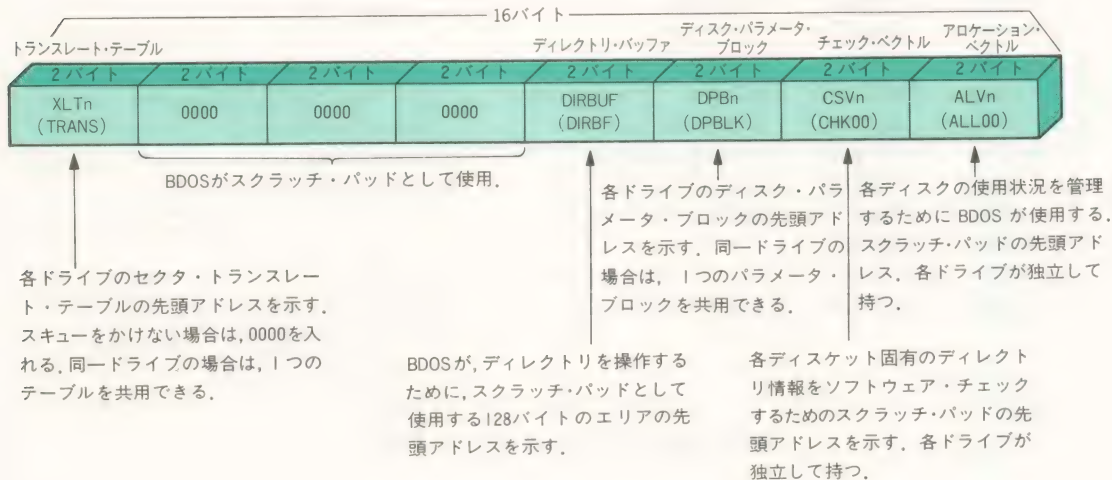



Figure-1.1.4　1つのドライブのディスク・パラメータ・ヘッダの構成

上図で，（ ）内は，Figure-1.1.2のCBIOSのリストの〝DISK00〟の場合のシンボル名です．この場合の実アドレスが，リスト左側に示されていますので，実際のトランスレート·テーブル(TRANS：)や，リスト最後の〝SCRATCH RAM AREA〟とを対比して下さい．

図中の小文字のnは,ディスクNo.を示しますが,同一機種のドライブを使用するのであれば,〝XLT″と〝DPB″は1つのものを全部のドライブで共用することができます(CBIOSのリストでは,共用している).ただし,〝CSV″,〝ALV″については完全に独立していなければなりません.

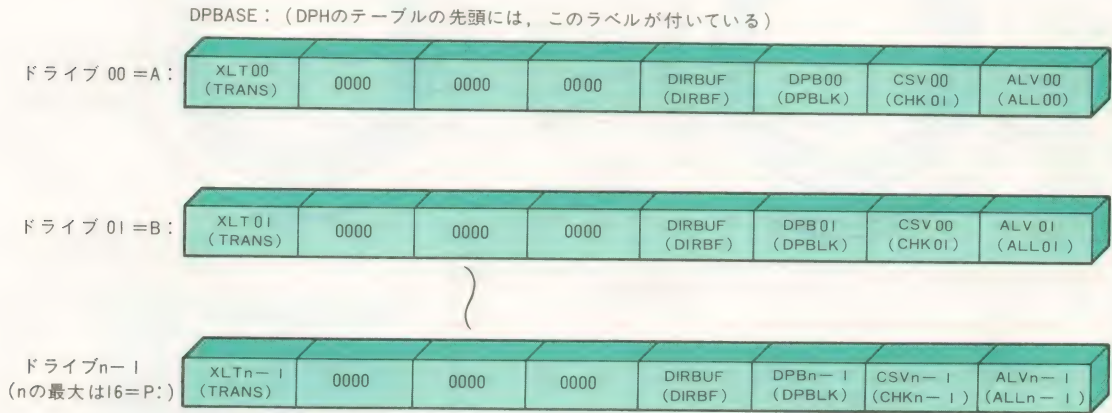
ディスク・ドライブをn個使用するシステムでは,Figure-1.1.4のディスク・パラメータ・ヘッダを,次の図に示すように,それぞれのドライブに対応してn個設けます.

図中で,( )のついてないシンボルの呼び方は,後述の〝DISKDEF″マクロ・ライブラリで用いられているものであり,( )の中の呼び方は,Figure-1.1.2のCBIOSのリストでのものである.
CBIOSのリストでは,4つの同一ドライブを使用するため,〝TRANS″と〝DPBLK″は,それぞれ1つ設けるだけで,すべてのドライブで共用している.

Figure-1.1.5　n個のディスク・ドライブを持ったシステムのディスク・パラメータ・ヘッダ

注)このディスク・パラメータ・ヘッダは,後述の〝DISKDEF″マクロ・ライブラリにより,自動的に作成できます.

セクタ・トランスレート・ベクトル

同心円状の各トラックのセクタを,少しでも速く読み書きするための手法として,〝スキュー″があります.スキューは,セクタの飛び越し読み書きのことであり,普通にアクセスする場合は,同一トラック上のセクタを,ディスク1回転につき1セクタしかリード/ライトできないところ,セクタ番号にこのスキューを持たせることにより,数セクタのリード/ライトを可能にするものです.

この〝スキュー″の概念を次の図で示します.

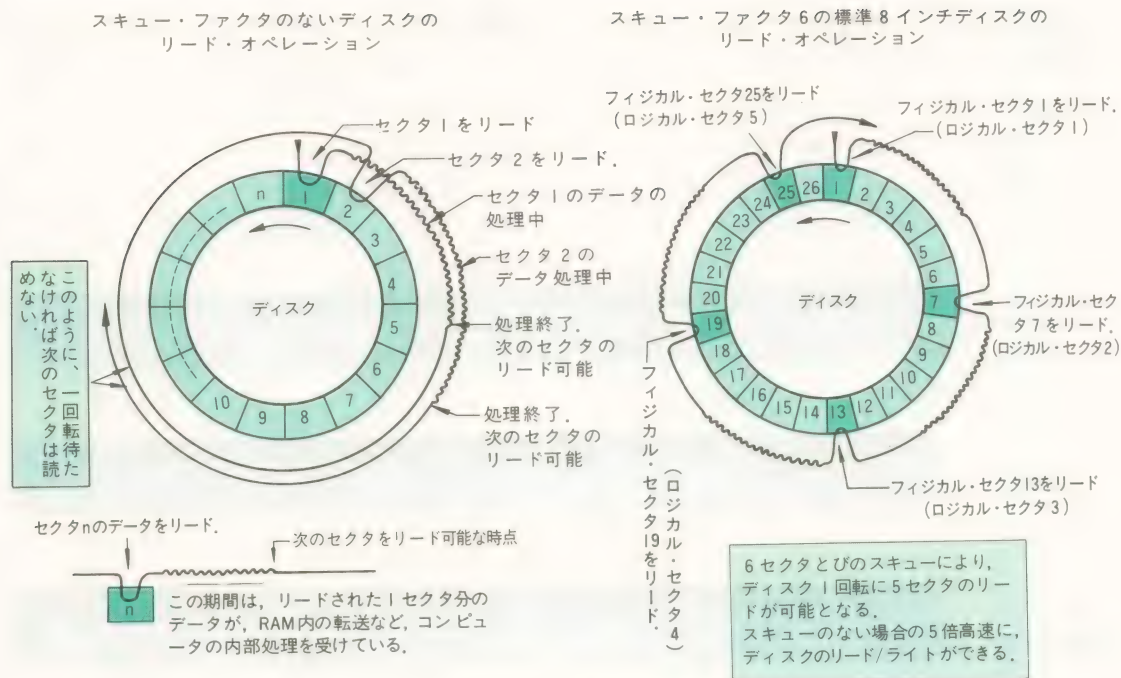



Figure-1.1.6 スキューの概念

上図は，スキューのない場合と，ある場合の，ディスク上の1つのトラックをリードする際の模式図です.

まず，スキューのない場合，セクタを1，2，3，……のように順番に読み出すことを考えてみましょう．実際のディスクのアクセスは，このようなセクタを順番に連続してリード/ライトする場合（シーケンシャル・ファイル）が多いのです．現実は，ディスクが回転するのですが，図では便宜上，ヘッドがディスクの回りを回転しながら読み出すように説明されています.

図に示されているように，ディスクが回転し，リード/ライト・ヘッドの下にセクタ1が来た時に，セクタ1のデータが読み出されました．そのデータを，所定のメモリに格納し，次のセクタであるセクタ2を読み出す準備が整った時には，すでにセクタ2は，ヘッドの下を通り過ぎてしまっています．ディスクが1回転するのを待たなければ，セクタ2を読み出すことはできません．つまり，スキューがなければ，セクタを連続して読む場合は，ディスク1回転につき1セクタしかリードできないということを示しています.

次に，スキュー・ファクタ6を持つ，8インチ片面単密度の標準フロッピー・ディスクの場合を考えてみましょう．セクタ変換テーブルの実際は，Figure-1.1.2のCBIOSのリストにも示されていますが，CP/Mが，標準ディスクのロジカル・セクタ（論理セクタ）を1，2，3，……と順番に読むということは，

実際には，フィジカル・セクタ（物理セクタ）を，1，7，13，19，……と読み出すことになるのです．

さて，この場合のリード・オペレーションの様子がFigure-1.1.6に図示されていますが，このようにディスク1回転に，ロジカル・セクタ1，2，3，4，5の計5セクタが読み出されています．先程の，スキューがない場合の5倍の速さでディスクをアクセスできる訳です．図では〝リード〟に対して述べていますが，〝ライト〟の場合も全く同様にこれらのことが言えます．

以上で，〝スキュー〟の概念は理解されたと思います．そして標準ディスクのように，スキュー・ファクタを持った場合に必要となるものが，本題である「セクタ・トランスレート・ベクトル」である訳です．

8インチ標準ディスクのセクタ変換テーブルは，Figure-1.1.2のCBIOSのリストに，その実際のものが示されていますが，ロジカル・セクタとフィジカル・セクタは次のように対応しています．

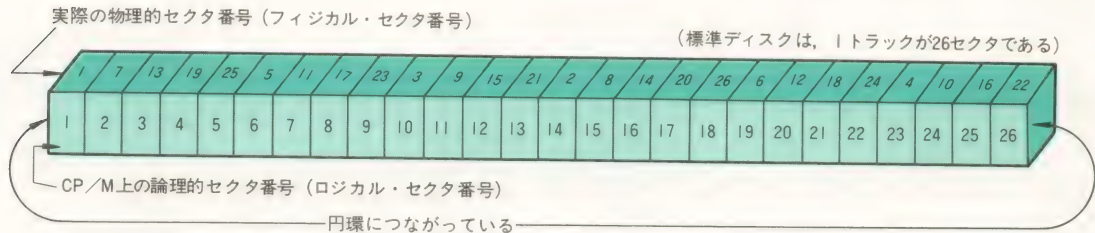



Figure-1.1.7　8インチ標準ディスクのロジカル・セクタ➡フィジカル・セクタの対応

ディスクのリード／ライトを行う時，その管理者であるBDOSは，ロジカル・セクタ番号をCBIOSに与え，そのフィジカル・セクタ番号を〝SECTRAN〟サブルーチンで計算させます．そこで得られたフィジカル・セクタ番号を，〝SETSEC〟サブルーチンで指定して，〝READ〟や〝WRITE〟を実行させる訳です．

注）このセクタ・トランスレート・ベクトルは，スキュー・ファクタを指定することにより，後述の〝DISKDEF〟マクロ・ライブラリにより，自動的に作成されます．
　スキューのないディスクはすべてアクセスが遅いという訳ではありません．ハードウェアでスキューを持たせているものや，ブロック・リード／ライト（ディスク1回転に1トラックの全部のデータをリード／ライトするもの）を行って高速化を計ることもできます．

ディスク・パラメータ・ブロック

ディスク・パラメータ・ブロック(DPB)は，Figure-1.1.2のCBIOSのリストでは，ラベル〝DPBLK〟で始まる一連のテーブルであり，ディスク・パラメータ・ヘッダの〝DPBn〟（Figure-1.1.2のリストでは〝DPBLK〟）によって，そのブロックの先頭がアドレスされています．

DPBは，BDOSがディスク管理をするのに必要な，各ドライブのハードウェア的な情報のすべてを持っており，ミニディスクから8インチ・ディスク，それにハード・ディスクまで，すべてのドライブは，このDPBによってその諸元が定義され，BDOSに管理されます．

Figure-1.1.2のCBIOSのリストでは，4つのドライブが同一の機種であるため，1つのDPBを共用しています．しかし，CP/Mは，1つのシステムで，機種の異なるディスク・ドライブを自由に組み合わせて使用することができます．

例えば，ドライブA：がミニの両面ドライブ，ドライブB：がミニの片面ドライブとなるシステム（このようなシステムは，両面↔片面のファイル変換が，PIPコマンドで自由にできる）とか，ドライブA：，B：が8インチの両面で（ただし，8インチの片面単密ディスケットをセットした場合は，自動判別して，そのドライブは，8インチ片面として動作するようにしておくとよい），ドライブE：，F：がミニの両面というように，それぞれのドライブに専用のDPBを設けることにより，このような異なったドライブを1つのシステムで使用することができます．

次に，ディスク・パラメータ・ブロックの各フィールドについて，Figure-1.1.2の標準ディスクのCBIOSを例に説明しましょう．

DPBLK：（▢は1バイト，▢▢は2バイトのエリアを示す．記入されている数値は8インチ標準ディスクのもの）

フィールド	値	説明
SPT	26	Sectors Per Track．1トラックあたりの全ロジカル・セクタ数（128バイトを1セクタとする）．
BSH	03	Block SHift factor．データアロケーション・ブロックシフトのファクタで，データ・ブロック・アロケーションサイズによって決められる．数値“3”の意味は，$1024=128\times 2^3$の“3乗”のこと．
BLM	07	BLock Mask．ブロック・マスクのことで，データ・ブロックのアロケーション・サイズによって決められる．数値“7”の意味は，0～7の8セクタ＝1024バイトで1ブロックを示す．
EXM	00	EXtent Mask．データ・ブロックのアロケーション・サイズと，ディスク・ブロック数によって決められるエクステント・マスク．
DSM	242	Disk Size Max．ディスクのデータ・ブロックの最大数－1．数値“242”の意味は，{(128バイト×26セクタ)×(77本－2本)／1024バイト}－1＝242（余りは切りすて）．
DRM	63	DiRectory entries Max．ディスクに収容可能なディレクトリ・エントリの数－1．次のAL0とAL1はこのディレクトリ・ブロックによって決められる．
AL0	192	各ビットは，ディレクトリ・エントリに使用するデータ・ブロックを示す．この例では，2つのビットが1なので，2つのデータ・ブロック＝2Kバイトがディレクトリ・エリアとして使用されることを示している．
AL1	0	（AL0と共通）
CKS	16	ChecK vector Size．ディレクトリをチェックするベクトルのサイズ．CKS＝(DRM＋1)／4．ただし，ハード・ディスクのようなメディアを交換しないものは0となる．
OFF	2	track OFFset．システム・トラックをスキップするためのオフセット値．あるいは，大容量のハード・ディスクを，複数のドライブに分割する場合にも利用できる．数値“2”は，システム・トラックが2本であることを示す．

AL0								AL1							
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

00　08　15

←AL0＝192＝C0H，AL1＝0をセットしたビット・パターン．

このDPBの各パラメータ間の関係を次に示します.

B L S (ブロック・サイズ)	B S H	B L M
1,042	3	7
2,048	4	15
4,096	5	31
8,192	6	63
16,384	7	127

Figure-1.1.8-1

B L S	D S M (255以下)	D S M (256以上)
1,024	0	—
2,048	1	0
4,096	3	1
8,192	7	3
16,384	15	7

Figure-1.1.8-2

B L S	1ドライブに収容可能なディレクトリ・エントリ総数
1,024	(AL0, AL1のビット"1"の数) ×32
2,048	×64
4,096	×128
8,192	×256
16,384	×512

Figure-1.1.8-3

注) これらのディスク・パラメータ・ブロックは, 後述の "DISKDEF" マクロ・ライブラリにより, 自動的に作成することができます.

1.1.3 DISKDEFマクロ・ライブラリの使い方

前項1.1.2で述べた3つの部分から成るディスク・パラメータ・テーブルと, CBIOS最後部のスクラッチRAMエリアは, 標準CP/Mのディスケットに含まれているファイル, "DISKDEF. LIB" (ディスク・ディファイン・マクロ・ライブラリ) を, デジタルリサーチ社のマクロ・アセンブラの "MAC" でアセンブルすることにより, 自動的に作成することができます.

"MAC" については, 3.1章を参照して下さい.

DISKDEFマクロは, 一般的に, CBIOSの中の次に示す位置に置かれます.

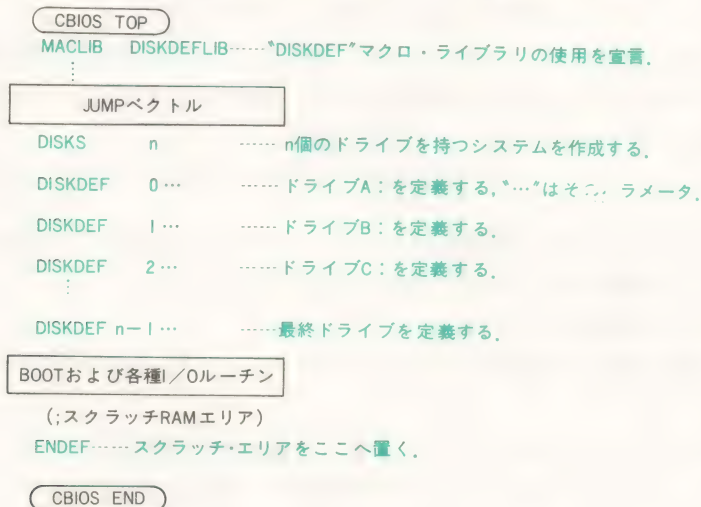



Figure-1.1.9 DISKDEFマクロの位置

次に，DISKDEFマクロ・ライブラリを使って，８インチ標準ディスクの場合と，５インチのミニ両面ディスクの場合について，実際にパラメータを設定してアセンブルを行い，ディスク・パラメータ・テーブルなどを自動的に作成してみましょう．

８インチ片面単密度の標準ディスクの場合

このディスクの物理的パラメータは，

128バイト／１セクタ
26セクタ／１トラック
77トラック／１ディスク

であり，標準ディスクのシステム・ディスクは，

２本のシステム・トラック
64のディレクトリ・エントリ数

となっていますので，これらから，DISKDEFの各パラメータを決定します．

アセンブルするためのソース・ファイルは，本来ならば，CBIOS全体である訳ですが，ここでは，DISKDEFマクロ・ライブラリのみに注目してもらうため，DISKDEFマクロのみのソース・ファイルを作りました．そのアドレスは，Figure-1.1.2のCBIOSのリストと一致するように，ORGで指定してあります．

そのソース・リスト（ファイル名8INCH1S．ASM）を次に示します．

このソース・ファイルを，マクロ・アセンブラの〝MAC〞でアセンブルし，その結果，ディスク・パラメータ・テーブルなどが，どのように展開されるか，生成されたPRNファイルを見てみることにしましょう（MACによるアセンブルは，３．１章を参照）．

その前に，上記ソース・ファイル中のDISKDEFパラメータの意味を次に示しておきます．

dn …ロジカル・ディスクNo.通常は，0＝A：，１＝B：,……,15＝P：である．
fsc …各トラックの最初のセクタNo．０あるいは１である．
lsc …各トラックの最後のセクタNo．
skf …セクタの飛び越し読み書きのスキュー・ファクタ．スキューをかけない場合は，これを省略する．
bls …１データ・ブロックのサイズ（バイト数），Figure-1.1.12参照．
dks …システム・トラックを除くディスクの全容量を，bls単位で表したもの．
dir …ディレクトリ・エントリの数．

cks …書き込み前にログインされてからディスケットが交換されていないかをチェックするディレクトリ・エントリの数．フロッピー・ディスクのように，メディアが交換できるものはdirと同じ値．ハード・ディスクのように変換しないものは0をセットする(チェック不要)．

ofs …システム・トラックを確保するためのオフセット数．通常は，使用するシステム・トラックの本数をセットする．ハード・ディスクの場合は，ドライブ単位に分割するのにも利用される．

Figure-1.1.10　標準ディスク用のディスク・パラメータ・テーブルを，"DISKDEF" マクロ・ライブラリで実験的に作成するためのソース・ファイル．

以上9個のパラメータを，Figure-1.1.10に示されているように標準ディスクの場合の値にセットして，DISKDEFのマクロ・コールを行います．

MACによるアセンブル後のPRNファイルを次に示します．展開された4つの部分を，Figure-1.1.2のCBIOSのリストと照合してみて下さい．

```
A>TYPE 8INCH1S.PRN

                          ;********** 8 INCH SINGLE SIDED **********

                                 MACLIB   DISKDEF
BA33                             ORG      0BA33H

                                 DISKS    4
BA33+=                  DPBASE   EQU      $         ;BASE OF DISK PARAMETER BLOCKS
BA33+82BA0000           DPE0:    DW       XLT0,0000H        ;TRANSLATE TABLE
BA37+00000000                    DW       0000H,0000H       ;SCRATCH AREA
BA3B+F0BC73BA                    DW       DIRBUF,DPB0       ;DIR BUFF,PARM BLOCK
BA3F+8FBD70BD                    DW       CSV0,ALV0         ;CHECK, ALLOC VECTORS
BA43+82BA0000           DPE1:    DW       XLT1,0000H        ;TRANSLATE TABLE
BA47+00000000                    DW       0000H,0000H       ;SCRATCH AREA
BA4B+F0BC73BA                    DW       DIRBUF,DPB1       ;DIR BUFF,PARM BLOCK
BA4F+BEBD9FBD                    DW       CSV1,ALV1         ;CHECK, ALLOC VECTORS
BA53+82BA0000           DPE2:    DW       XLT2,0000H        ;TRANSLATE TABLE
BA57+00000000                    DW       0000H,0000H       ;SCRATCH AREA
BA5B+F0BC73BA                    DW       DIRBUF,DPB2       ;DIR BUFF,PARM BLOCK
BA5F+EDBDCEBD                    DW       CSV2,ALV2         ;CHECK, ALLOC VECTORS
BA63+82BA0000           DPE3:    DW       XLT3,0000H        ;TRANSLATE TABLE
BA67+00000000                    DW       0000H,0000H       ;SCRATCH AREA
BA6B+F0BC73BA                    DW       DIRBUF,DPB3       ;DIR BUFF,PARM BLOCK
BA6F+1CBEFDBD                    DW       CSV3,ALV3         ;CHECK, ALLOC VECTORS

                                 DISKDEF 0,1,26,6,1024,243,64,64,2

BA73+=                  DPB0     EQU      $                 ;DISK PARM BLOCK
BA73+1A00                        DW       26                ;SEC PER TRACK
BA75+03                          DB       3                 ;BLOCK SHIFT
BA76+07                          DB       7                 ;BLOCK MASK
BA77+00                          DB       0                 ;EXTNT MASK
BA78+F200                        DW       242               ;DISK SIZE-1
BA7A+3F00                        DW       63                ;DIRECTORY MAX
BA7C+C0                          DB       192               ;ALLOC0
BA7D+00                          DB       0                 ;ALLOC1
BA7E+1000                        DW       16                ;CHECK SIZE
BA80+0200                        DW       2                 ;OFFSET

BA82+=                  XLT0     EQU      $                 ;TRANSLATE TABLE
BA82+01                          DB       1
BA83+07                          DB       7
BA84+0D                          DB       13
BA85+13                          DB       19
BA86+19                          DB       25
BA87+05                          DB       5
BA88+0B                          DB       11
BA89+11                          DB       17
BA8A+17                          DB       23
BA8B+03                          DB       3
BA8C+09                          DB       9
BA8D+0F                          DB       15
BA8E+15                          DB       21
BA8F+02                          DB       2
BA90+08                          DB       8
BA91+0E                          DB       14
BA92+14                          DB       20
BA93+1A                          DB       26
BA94+06                          DB       6
```

ディスク・パラメータ・ヘッダ

ディスク・パラメータ・ブロック

セクタ変換ベクトル

```
BA95+0C          DB      12
BA96+12          DB      18
BA97+18          DB      24
BA98+04          DB      4
BA99+0A          DB      10
BA9A+10          DB      16
BA9B+16          DB      22

                 DISKDEF 1,0
BA73+=   DPB1    EQU     DPB0     ;EQUIVALENT PARAMETERS
001F+=   ALS1    EQU     ALS0     ;SAME ALLOCATION VECTOR SIZE
0010+=   CSS1    EQU     CSS0     ;SAME CHECKSUM VECTOR SIZE
BA82+=   XLT1    EQU     XLT0     ;SAME TRANSLATE TABLE
                 DISKDEF 2,0
BA73+=   DPB2    EQU     DPB0     ;EQUIVALENT PARAMETERS
001F+=   ALS2    EQU     ALS0     ;SAME ALLOCATION VECTOR SIZE
0010+=   CSS2    EQU     CSS0     ;SAME CHECKSUM VECTOR SIZE
BA82+=   XLT2    EQU     XLT0     ;SAME TRANSLATE TABLE
                 DISKDEF 3,0
BA73+=   DPB3    EQU     DPB0     ;EQUIVALENT PARAMETERS
001F+=   ALS3    EQU     ALS0     ;SAME ALLOCATION VECTOR SIZE
0010+=   CSS3    EQU     CSS0     ;SAME CHECKSUM VECTOR SIZE
BA82+=   XLT3    EQU     XLT0     ;SAME TRANSLATE TABLE

         ;       .
         ;       .
         ;       .
         ;-----------------------------------------------
         ;       SCRATCH RAM AREA FOR BDOS USE

BCF0             ORG     0BCF0H

                 ENDEF
BCF0+=   BEGDAT  EQU     $
BCF0+    DIRBUF: DS      128      ;DIRECTORY ACCESS BUFFER
BD70+    ALV0:   DS      31
BD8F+    CSV0:   DS      16
BD9F+    ALV1:   DS      31
BDBE+    CSV1:   DS      16
BDCE+    ALV2:   DS      31
BDED+    CSV2:   DS      16
BDFD+    ALV3:   DS      31
BE1C+    CSV3:   DS      16
BE2C+=   ENDDAT  EQU     $
013C+=   DATSIZ  EQU     $-BEGDAT

BE2C             END

A>
```


Figure-1.1.11　DISKDEFマクロ・ライブラリにより，自動的に作成された標準ディスクのディスク・パラメータ・テーブル．

このように，Figur-1.1.2のリストとは，ラベルの名称や配置が異なるものの，ディスク・パラメータ・テーブルの内容は全く一致していることが分かります．

5インチの両面ディスクの場合

5インチの両面ディスクについて，先程と同様にディスク・パラメータ・テーブルを作成してみましょう．

ミニの両面ディスク・ドライブの物理的な諸元は，次のようなものとします．

256バイト／1セクタ
32セクタ／1トラック（サイド0，サイド1の両面で）
40トラック／1ディスク

このディスクには，〝スキュー〟をかけないことにします．そして，DISKDEFパラメータのデータ・ブロックのサイズ〝bls〟は2Kバイトにして2048，bls単位で表したディスクの全容量〝dks〟は152，ディレクトリ・エントリの数〝dir〟と〝cks〟は128とします．1トラック当りのロジカル・セクタ数〝lsc〟は，32×256／128＝64となります．オフセット数〝ofs〟は前回と同じ2とします．

では，前回のFigure-1.1.10のソース・リストと同じものに，上記のパラメータをセットしたものを次に示します．ファイル名は〝MINI2W．ASM〟です．

```
A>TYPE MINI2W.ASM

;********** Mini Double Sided **********

        MACLIB  DISKDEF
        ORG     0BA33H

        DISKS   4

        DISKDEF 0,1,64,,2048,152,128,128,2

        DISKDEF 1,0
        DISKDEF 2,0
        DISKDEF 3,0

;       .
;       .
;       .
;------------------------------------------------
;       SCRACH RAM AREA FOR BDOS USE

        ORG     0BCF0H

        ENDEF

        END

A>
```


Figure-1.1.12　ミニの両面ディスク用のディスク・パラメータ・テーブルを，〝DISKDEF〟マクロ・ライブラリで実験的に作成するためのソース・ファイル．

これをMACを使ってアセンブルし，生成されたPRNファイルを次に示します．展開の状態を，Figure-1.1.11のものと比較して下さい．

```
A>TYPE MINI2W.PRN↓

                    ;********** MINI DOUBLE SIDED **********

                            MACLIB  DISKDEF
BA33                        ORG     0BA33H

                            DISKS   4
BA33+=              DPBASE  EQU     $       ;BASE OF DISK PARAMETER BLOCKS
BA33+00000000       DPE0:   DW      XLT0,0000H      ;TRANSLATE TABLE
BA37+00000000               DW      0000H,0000H     ;SCRATCH AREA
BA3B+F0BC73BA               DW      DIRBUF,DPB0     ;DIR BUFF,PARM BLOCK
BA3F+83BD70BD               DW      CSV0,ALV0       ;CHECK, ALLOC VECTORS
BA43+00000000       DPE1:   DW      XLT1,0000H      ;TRANSLATE TABLE
BA47+00000000               DW      0000H,0000H     ;SCRATCH AREA
BA4B+F0BC73BA               DW      DIRBUF,DPB1     ;DIR BUFF,PARM BLOCK
BA4F+B6BDA3BD               DW      CSV1,ALV1       ;CHECK, ALLOC VECTORS
BA53+00000000       DPE2:   DW      XLT2,0000H      ;TRANSLATE TABLE
BA57+00000000               DW      0000H,0000H     ;SCRATCH AREA
BA5B+F0BC73BA               DW      DIRBUF,DPB2     ;DIR BUFF,PARM BLOCK
BA5F+E9BDD6BD               DW      CSV2,ALV2       ;CHECK, ALLOC VECTORS
BA63+00000000       DPE3:   DW      XLT3,0000H      ;TRANSLATE TABLE
BA67+00000000               DW      0000H,0000H     ;SCRATCH AREA
BA6B+F0BC73BA               DW      DIRBUF,DPB3     ;DIR BUFF,PARM BLOCK
BA6F+1CBE09BE               DW      CSV3,ALV3       ;CHECK, ALLOC VECTORS
                            DISKDEF 0,1,64,,2048,152,128,128,2
BA73+=              DPB0    EQU     $               ;DISK PARM BLOCK
BA73+4000                   DW      64              ;SEC PER TRACK
BA75+04                     DB      4               ;BLOCK SHIFT
BA76+0F                     DB      15              ;BLOCK MASK
BA77+01                     DB      1               ;EXTNT MASK
BA78+9700                   DW      151             ;DISK SIZE-1
BA7A+7F00                   DW      127             ;DIRECTORY MAX
BA7C+C0                     DB      192             ;ALLOC0
BA7D+00                     DB      0               ;ALLOC1
BA7E+2000                   DW      32              ;CHECK SIZE
BA80+0200                   DW      2               ;OFFSET

0000+=              XLT0    EQU     0               ;NO XLATE TABLE
                            DISKDEF 1,0
BA73+=              DPB1    EQU     DPB0    ;EQUIVALENT PARAMETERS
0013+=              ALS1    EQU     ALS0    ;SAME ALLOCATION VECTOR SIZE
0020+=              CSS1    EQU     CSS0    ;SAME CHECKSUM VECTOR SIZE
0000+=              XLT1    EQU     XLT0    ;SAME TRANSLATE TABLE
                            DISKDEF 2,0
BA73+=              DPB2    EQU     DPB0    ;EQUIVALENT PARAMETERS
0013+=              ALS2    EQU     ALS0    ;SAME ALLOCATION VECTOR SIZE
0020+=              CSS2    EQU     CSS0    ;SAME CHECKSUM VECTOR SIZE
0000+=              XLT2    EQU     XLT0    ;SAME TRANSLATE TABLE
                            DISKDEF 3,0
BA73+=              DPB3    EQU     DPB0    ;EQUIVALENT PARAMETERS
0013+=              ALS3    EQU     ALS0    ;SAME ALLOCATION VECTOR SIZE
0020+=              CSS3    EQU     CSS0    ;SAME CHECKSUM VECTOR SIZE
0000+=              XLT3    EQU     XLT0    ;SAME TRANSLATE TABLE
```

ディスク・パラメータ・ヘッダ

ディスク・パラメータ・ブロック

……セクタ変換ベクトルが作られていないことに注意．

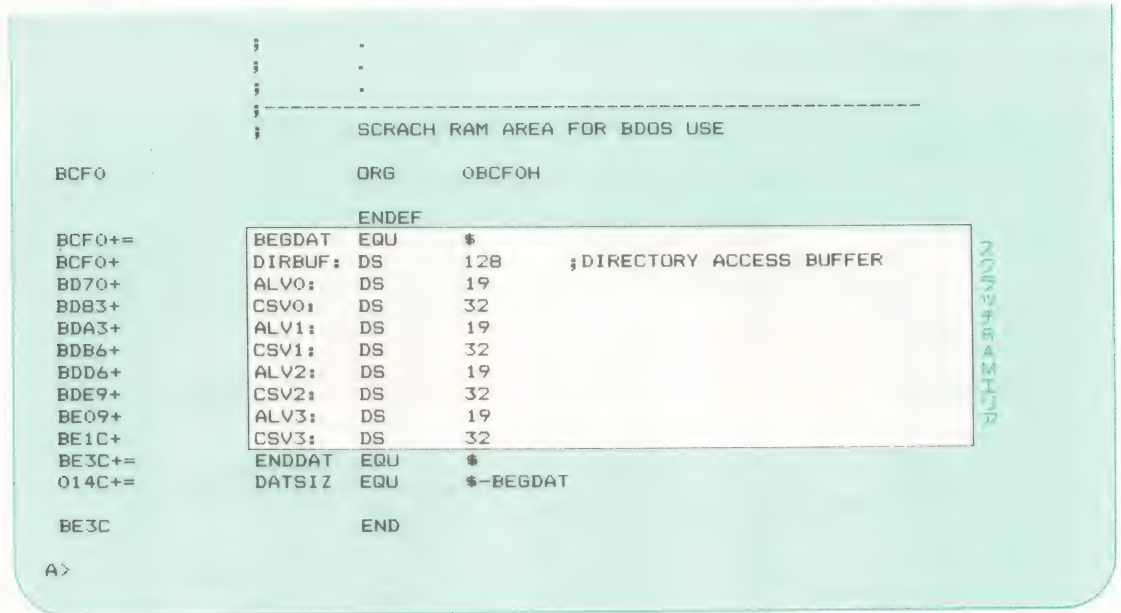
```
                    ;          .
                    ;          .
                    ;          .
                    ;--------------------------------------------------
                    ;          SCRACH RAM AREA FOR BDOS USE

BCF0                           ORG        0BCF0H

                               ENDEF
BCF0+=              BEGDAT     EQU        $
BCF0+               DIRBUF:    DS         128        ;DIRECTORY ACCESS BUFFER
BD70+               ALV0:      DS         19
BD83+               CSV0:      DS         32
BDA3+               ALV1:      DS         19
BDB6+               CSV1:      DS         32
BDD6+               ALV2:      DS         19
BDE9+               CSV2:      DS         32
BE09+               ALV3:      DS         19
BE1C+               CSV3:      DS         32
BE3C+=              ENDDAT     EQU        $
014C+=              DATSIZ     EQU        $-BEGDAT

BE3C                           END

A>
```


Figure-1.1.13　DISKDEFマクロ・ライブラリにより，自動的に作成された，ミニの両面ディスクのディスク・パラメータ・テーブル．

今回はスキューがないため，セクタ変換ベクトルが作られていません．また，先程の８インチ標準ディスクのものと，アセンブル結果の各数値が異なることを，よく比較して下さい．

データ・ブロックについて

ここで，〝データ・ブロック〟について，解説しておきましょう．次に示す図の(A)は，８インチの標準ディスケットの場合を表し，(B)は，ミニの両面ディスクの場合の一例を表しています．

１データ・ブロックとは，Figure-1.1.10では，DISKDEFパラメータの〝bls〟に当たるものであり，本図(A)では128バイトが８個（８セクタ）連続した計1024バイト＝1Kバイトのブロックに当たります．

〝データ・ブロック〟は，CP／Mが管理するディスク上のファイル・データの最少単位であり，これより小さい容量のファイルは作ることができません．例えば(A)の場合は，１ページ（256バイト）のSAVEを行っても，それによって作られたファイルは1Kバイト長となる訳です．

(B)の場合は，物理的な１セクタである256バイトが８個連続した計2048バイト＝2Kバイトのブロックが，１データ・ブロックであり，ファイルの最少単位は2Kバイトということになります．

(A)の場合，システム・トラックを除く全ディスク容量は，243データ・ブロックで243Kバイトであり，(B)の場合は，152データ・ブロックで304Kバイトであることなども，本図から理解されると思います．

(A)
8インチ片面単密度ディスクの場合のデータ・ブロック
(128バイト/1セクタ，26セクタ/1トラック，全77トラック)

(B)
5インチ両面ミニディスクの場合のデータ・ブロック
(256バイト/1セクタ，32セクタ/1トラック，全40トラック)

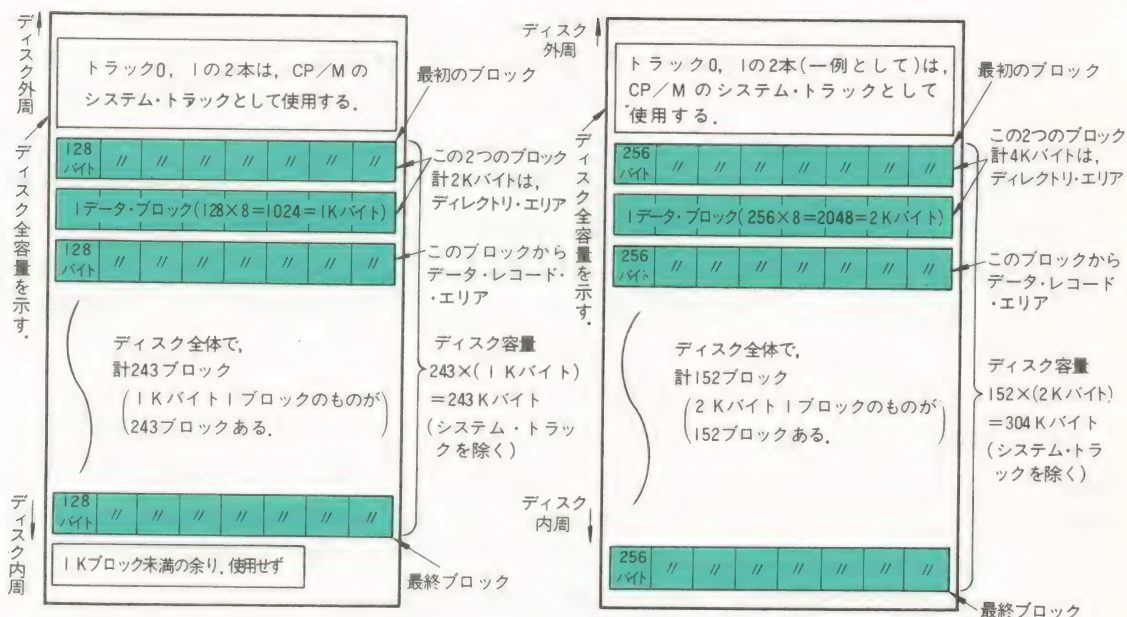



Figure-1.1.14 データ・ブロック

データ・ブロックは，CP/Mが管理するディスク上のファイルの最少単位であり，各ファイルのディスク上のアロケーションは，各ファイルを構成しているデータ・ブロックすべてについて，ディスク上のどこに散在しているかを，常にディレクトリ・エリアに記録することにより管理されています.

ディスク上の物理的に隣り合うデータ・ブロックが，1つのファイルの連続であるとは限らず，別のファイルの一部であったりする訳ですが，1つのデータ・ブロックの中では，シーケンシャル・ファイルであれば連続しています．つまり1データ・ブロックが2Kバイトであれば，2Kバイト分のデータの内部はディスクのロジカル・セクタ上で連続している訳です.

この〝データ・ブロック〟は，CP/Mのディスク入出力のすべての基になるものであり，よく理解しておく必要があります.

1.1.4 セクタ・ブロッキング，デブロッキングの概念

8インチ片面単密度の標準ディスクは，物理的な1セクタが128バイトであり，CP／MのBDOSが扱うロジカル・セクタの128バイトと一致しており，BDOSは，直接，ディスク上のフィジカル・セクタをアクセスすることができます．ところが，ディスク・ドライブの種類は，3.5インチのマイクロフロッピー・ディスク，5インチのミニフロッピー・ディスクから，数10メガバイトの容量を持つハード・ディスクなど様々であり，記録密度や，1セクタ当たりのバイト数なども異なります．すべてのディスク・ドライブは，データの読み書きを，そのドライブ固有の1フィジカル・セクタの単位で行います．例えば，ディスク上のデータの一部を書き替える場合，1バイトのみの変更であっても，1フィジカル・セクタをメモリ上に読み出し，→データの変更を行い，→ディスク上の元のセクタにメモリ上の1フィジカル・セクタのデータを書き込みます．つまり，CP／MのBDOSは，フィジカル・セクタとロジカル・セクタが1対1に対応する，1セクタが128バイトのディスクでないと，直接にディスクへのアクセスはできないと言うことになります．

しかし，現在多く使われているディスクは，1セクタが256バイトとか，ハード・ディスクであれば数Kバイトなどのものであり，1フィジカル・セクタが128バイトで，現在一般に使われているのは，標準ディスクぐらいのものでしょう．そこでブロッキング，デブロッキングが必要になってくるのです．

ブロッキング，デブロッキングは，フィジカル・セクタ↔ロジカル・セクタの変換アルゴリズムであり，ディスク・アクセスのパフォーマンスに重要な影響を与えます．

まず，ブロッキング，デブロッキングの原理を図示したものを次に示します．この例は，ディスクのフィジカル・セクタが512バイトであり，OSのロジカル・セクタは，CP／Mを想定しているので当然128バイトの場合について解説しています．

ブロッキングは，ディスクへデータを書き込む場合（OSの一般用語では〝PUT〟）の手法であり，デブロッキングはその逆の，ディスクからデータを読み出す場合（〝GET〟）の手法のことを言います．そしてこれらのルーチンは，BIOS内に設けられます．

まず，デブロッキングから解説しましょう．

デブロッキング

Figure-1.1.15の「デブロッキングの原理」から，もうすでに概念は把握されていることと思いますが，この図を基に説明しましょう．

例えば，〝TYPE〟コマンドなどで，ディスク上のファイルをシーケンシャルに読み出す場合を考えて下さい．

BDOSは，最初のセクタ（最初のロジカル・セクタの128バイト）をディスクから読み出したいのですが，ディスクからは128バイト単位では読み出すことはできません．そこでBIOSは，ロジカル・セ

クタ1が含まれる，ディスク上のフィジカル・セクタ1を，RAM上のホスト・バッファに読み出します.

ホスト・バッファは，1フィジカル・セクタのバイト数の容量を持ち，これは，1ロジカル・セクタのバイト数の整数倍に当たります. 図の例では，1フィジカル・セクタは512バイトですので，ホスト・バッファは，128×4＝512バイトの容量を持っています.

フィジカル・セクタ1の512バイトのデータは，一度のディスク・アクセスで瞬時にしてホスト・バッファに格納されました. BDOSは，さっそくホスト・バッファ内のロジカル・セクタ1の128バイトのデータを処理し，次のロジカル・セクタ2のデータを読み込もうとします. ここで重要なのは，BDOSがロジカル・セクタ2を読み込もうとする時に，ディスク上のフィジカル・セクタ1を再度アクセスしないということです. 求めるロジカル・セクタ2は，RAM上のホスト・バッファに存在しており，これを処理する方が，再度ディスクをアクセスするよりずっと速いからです.

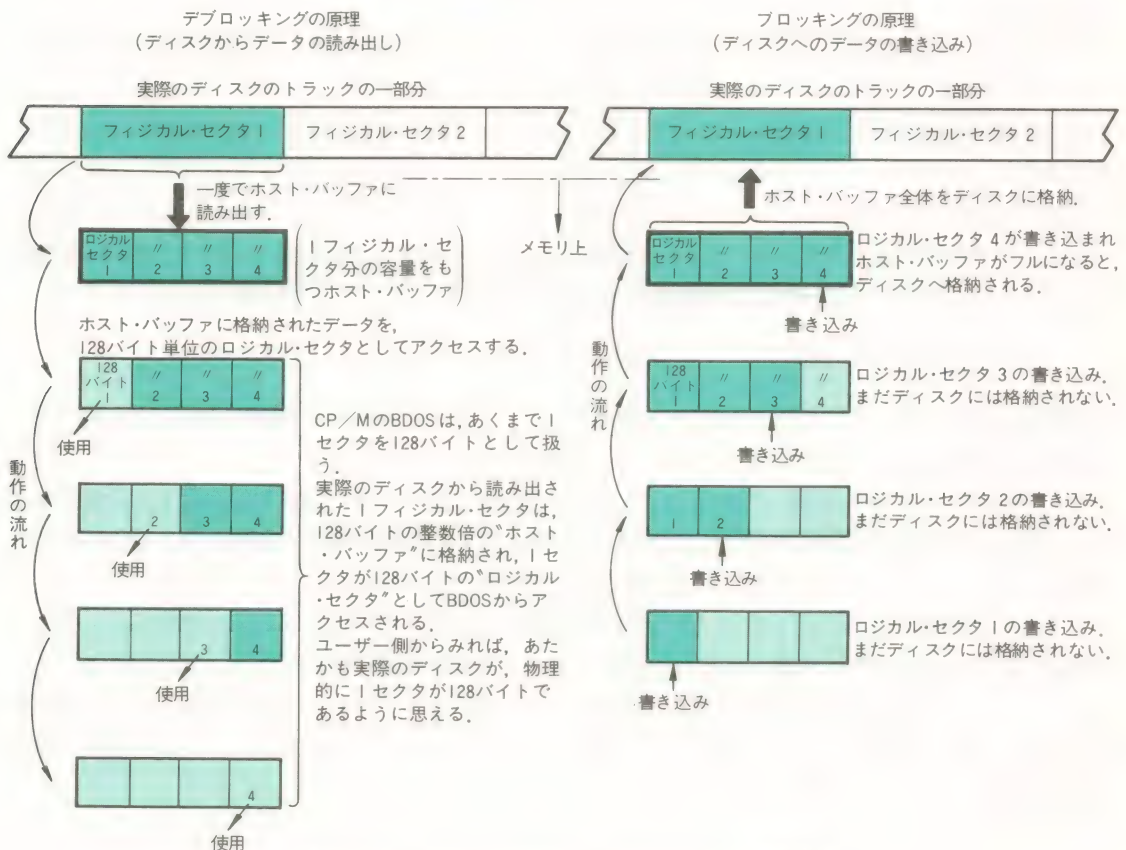



Figure-1.1.15 ブロッキング，デブロッキングの原理

このように，ロジカル・セクタ2～4は，ディスクを再度アクセスすることなく，ホスト・バッファを介してBDOSにより処理されます．

この図の例で，BDOSがロジカル・セクタ1を読もうとして，BIOSが自動的にフィジカル・セクタ1をホストバッファに読み出した時点を，

HOST BUFFER DATA IS ACTIVE

と言い，ブロック・デブロック・ルーチンのフラグ〝HSTACT〟をFFHにして，ロジカル・セクタ1～4に関しては，ディスクをアクセスする必要のないことを知らせます．

デブロッキングは，このような手順を各フィジカル・セクタで繰り返し，できるだけ高速にディスクからデータの読み出しを行うためのアルゴリズムである訳です．

ブロッキング

ブロッキングは，デブロッキングの動作の流れと全く逆のことを行います．Figure-1.1.15の「ブロッキングの原理」に示されている図に従って解説しましょう．

例えば〝SAVE〟コマンドなどで，データをシーケンシャルにディスクに書き込む場合について考えてみます．

BDOSは最初に，まずロジカル・セクタ1の128バイトのデータをディスクに書き込もうとします．しかし，この段階ではまだディスクのフィジカル・セクタへの書き込みは行われず，データはBIOSにより，ホスト・バッファに一時的に格納されるにとどめられています．この状態は，

HOST BUFFER WRITE IS PENDING

の状態であり，ブロック，デブロック・ルーチンのフラグ，〝HSTWRT〟をFFHにして，フィジカル・セクタへの書き込みを〝見合わせている〟ことを知らせます．

この〝見合わせ〟ている状態は，ホスト・バッファがフルになるか，または強制的な書き込み命令が来るまで続き，図の例では，4ロジカル・セクタ分の512バイトが格納されるのを待って，フルになると同時に，ディスクのフィジカル・セクタに書き込みが行われます．

ディスクへの書き込みは，このようなことの繰り返しであり，デブロッキングと同様に，できるだけ高速にディスクにデータを書き込むためのアルゴリズムである訳です．

デブロッキングにおける，実際のBIOS内でのデータの流れを，デブロッキングを行っていない標準ディスクの場合と対比して，次に図示しておきます．ブロッキングについては，この図の動作の流れを逆にするだけですので省略します．

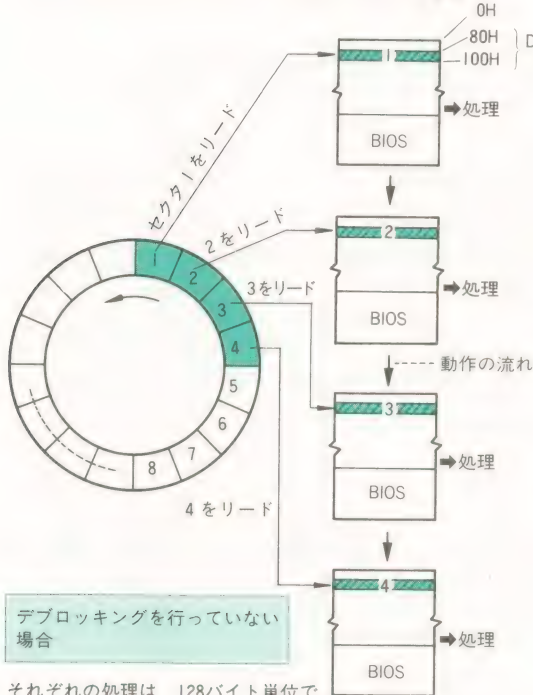
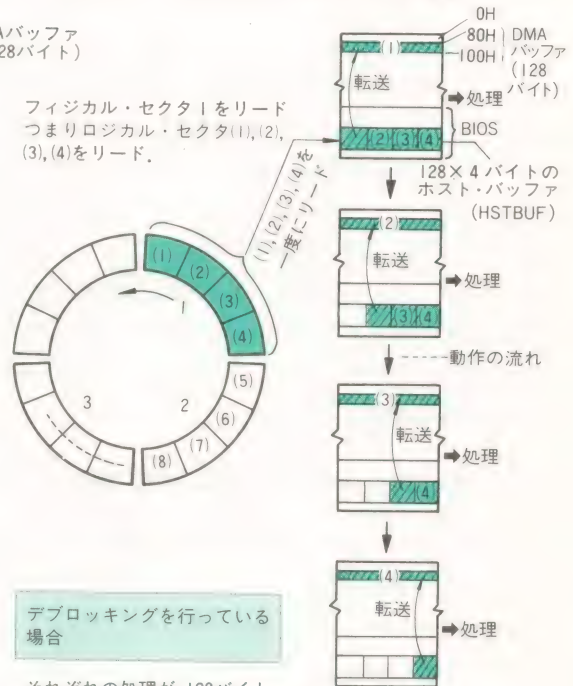



Figure-1.1.16 デブロッキングを行う場合と，行わない場合

注）ブロッキング，デブロッキングのアルゴリズムについては，非常に専門的になりますので，デジタルリサーチ社の「CP/M 2.0 ALTERATION GUIDE」の付録Gのブロッキング，デブロッキングのアルゴリズムの骨子を示したソース・リストをご覧下さい．また，このソース・ファイルは，標準CP/Mのディスクの中にも〝DEBLOCK．ASM〟として含まれています．ただし，この〝DEBLOCK．ASM〟は，1982年の前半より前のリリースのものに，最後の128バイトがディスクに書き込めないことが発生する問題点がありました．このアルゴリズムをそのまま組み込むユーザーは注意しておいて下さい．

以上，CBIOSの骨子について解説してきましたが，これらの知識を基に，CBIOSを作成あるいは変更した場合のCP/Mシステムへの組み込みと，そのシステム・ディスクの作成については，「実習CP/M」の4.10章と4.9章の，MOVCMPとSYSGENの項を参照して下さい．

1.2 BDOS(基本ディスク・オペレーティング・システム)

BDOSは，ブラック・ボックスのモジュールであり，ユーザーがそれに手を入れるということはありません．しかし，BDOSの持つ多くの機能は，ユーザーが有効に利用できるように，そのすべてが〝システム・コール〟という形で公開されています．

システム・コールは，次章（２章）において，そのすべての機能をサンプル・プログラム付きで解説を行っていますので参照下さい．また，当「BDOS」の項は，２章の「システム・コール」のファイル操作に関するものとは密接に関係しており，それらを別々に解説することや理解することは不可能です．よって，２章と関連して当BDOSの項を読んで下さい．

BDOSはブラック・ボックスですので，その解説は，システム・コールに関連するものになります．その中でも特に重要となる，〝ファイル〟の操作のすべてに関係する〝FCB〟（File Control Block）を中心に解説を行いましょう．

1.2.1 ファイル・コントロール・ブロック(FCB)

ファイル・コントロール・ブロック（FCB）は，CP／Mがファイルの各種操作をするために必要な，ファイルや，そのファイルのディスク上の格納場所など，〝ファイル〟に関するすべての情報を持ったブロックのことであり，それぞれのファイルの１つのディレクトリに対して１つのFCBを持っています．

FCBは，ファイルがアクセスされていない定常状態では，そのファイルが存在するディスク上のディレクトリ・エリアに格納されています．今まで普通に，〝ファイルのディレクトリ〟と呼んでいたものは，実はディスクに格納された状態の〝ファイルのFCB〟であった訳です．

```
DISK=B   TRACK=02    SECTOR=01

B:00  00 4D 4F 56 43 50 4D 20 20 43 4F 4D 00 00 00 4C  .MOVCPM  COM...L
B:10  02 03 04 05 06 07 08 09 0A 0B 00 00 00 00 00 00  ................

B:20  00 50 49 50 20 20 20 20 20 43 4F 4D 00 00 00 3A  .PIP     COM...:
B:30  0C 0D 0E 0F 10 11 12 13 00 00 00 00 00 00 00 00  ................

B:40  00 53 55 42 4D 49 54 20 20 43 4F 4D 00 00 00 0A  .SUBMIT  COM....
B:50  14 15 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00  ................

B:60  00 58 53 55 42 20 20 20 20 43 4F 4D 00 00 00 06  .XSUB    COM....
B:70  16 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00  ................
                          .
                          .
                          .
```

Figure-1.2.1　８インチ標準ディスクのディレクトリ・エリアのFCBを見る．

まず，８インチ標準ディスクのディレクトリ・エリアのFCBを実際に見てみましょう．ディレクトリ・エリアは，トラック02のセクタ01から始まっていますが（実習CP／Mの２．３章参照），その一番最初の部分をダンプしてみます．シンクウェア・ラブズ社の〝CP／Mユーティリティ VOL．1〟の中からのセクタ・ダンプ・プログラムを使います．

このリストには，４つのファイルのFCB（通常この場合は，ディレクトリと呼ばれる）が示されています．その中のファイル〝PIP．COM〟について，その内容を次に示すリストで解説します．

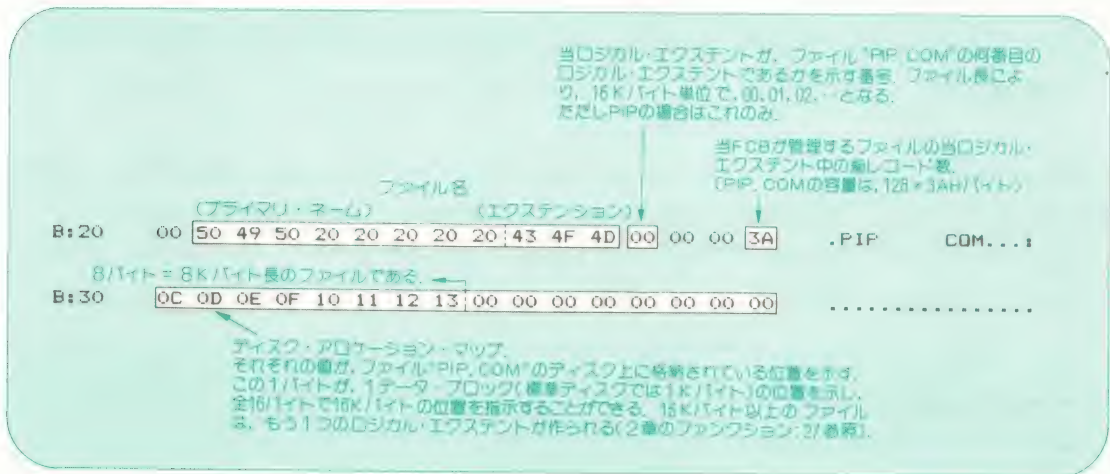



Figure-1.2.2　ディレクトリ・エリアの１つのファイルのFCBの内容．

ディスク上のディレクトリ・エリアのFCBは，それぞれのファイルに対して，このような形式で格納されています．これらのFCBは，ファイルのオープン，MAKE，リネーム，デリートなどのファンクションを行う場合，該当ファイルのものがメモリ上のFCBエリアにコピーされ，それを基にリード／ライトなどの各種の処理が行われます．メモリ上のFCBは，ファイル操作が行われるに従って更新されて行き，書き込み操作が行われた場合は，最後の〝クローズ〟の実行により，元のディスク上のディレクトリ・エリアに戻されます．つまりは旧FCBが更新されたことになります．

次に，ディスク上のFCBが，〝ファイルのオープン〟のファンクションの実行により，メモリのデフォールトのFCBエリア（5CH～7FH）にコピーされることを，実際に示してみましょう．

まず，任意のファイルをオープンして，何もせずそのままCP／Mに戻る簡単なプログラムを作ります．ファイルのオープンは，システム・コールの15番です（２章を参照下さい）．

そのプログラム〝FCBTEST〟のアセンブル後のPRNリストを次に示します．

```
A>TYPE FCBTEST.PRN↲


 0100                   ORG     100H

 0100 0E0F              MVI     C,15    ファイルのオープンの
 0102 115C00            LXI     D,5CH   システム・コール.
 0105 CD0500            CALL    0005H
 0108 C9                RET ……CP／Mへ戻る.

 0109                   END

A>
```

Figure-1.2.3　任意のファイルをオープンして，そのままCP／Mに戻るだけのプログラムのPRNリスト．

実習される方は，このリストからソース・ファイルを作り，アセンブルした後，"FCBTEST．COM"を作成します．ただし，後述のCP／Mとは独立したモニタがないと，結果の確認ができません．

では，このプログラムを実行してみましょう．Figure-1.2.1～2に示されているものと同じディスク上のファイル，ドライブB：上の"PIP．COM"を，このプログラムによってオープンしてみます．

```
A>FCBTEST B:PIP.COM↲ …プログラムの実行．ドライブB：上のPIP．COMがオープンされる．

A> ……オープンされた後CP／Mに戻る．
```

Figure-1.2.4　プログラムの実行．ドライブB：上のPIP．COMがオープンされる．

ディスクが数回アクセスされた後，CP／Mに戻りました．その間に，ファイル"PIP．COM"がオープンされました．このプログラムは，ファイルをオープンしたままの状態でCP／Mに戻るので，現時点のメモリ上のFCBエリアは，ファイルがオープンされた時の状態を保っています．その時のメモリ上のFCB付近の内容を，筆者のマシンのCP／Mとは独立した別のモニタによりダンプしてみましょう．

注）CP／MのDDTでは，現在のFCBの内容を壊さずにダンプすることはできません．
　　メモリ上の現在のFCBアドレスは，デフォールトの5CH～7FHです．

このダンプリストのFCBエリアの内容と，Figure1.2.1～2のリストの内容とを比較して下さい．ディスク上のディレクトリ・エリアのFCBが，このメモリ上にコピーされているのが分かります．

デフォールトのFCBエリア

```
0000 C3 03 BA 00 00 C3 06 AC 16 33 0E 02 06 04 79 CD ..........3....y.
0010 2A 00 15 CA 00 BA 06 00 0C 79 FE 1B DA 0F 00 3E *........y.....>
0020 53 D3 E8 DB EC 0E 01 C3 0C 00 D3 EA CD 41 00 3E S............A.>
0030 88 B0 D3 E8 DB EC B7 F2 C3 86 A2 EB 77 23 C3 34 ............w#.4
0040 00 DB E8 E6 9D C8 1D C2 02 00 32 80 00 2F D3 FF ..........2../..
0050 C3 50 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 02 50 49 50 .P...........PIP
0060 20 20 20 20 20 43 4F 4D 00 00 80 3A 0C 0D 0E 0F      COM...:....
0070 10 11 12 13 00 00 00 00 00 00 00 00 00 BC 43 BB ..............C.
0080 0A 20 42 3A 50 49 50 2E 43 4F 4D 00 00 20 20 41 . B:PIP.COM..  A
0090 29 75 74 6F 20 6E 65 78 74 2C 20 20 20 58 29 20 )uto next,   X)
00A0 61 6E 79 20 73 65 63 74 6F 72 20 20 20 52 29 65 any sector   R)e
00B0 62 6F 6F 74 20 43 50 2F 4D 0D 0A 69 6E 70 75 74 boot CP/M..input
00C0 20 20 20 44 2C 20 20 4E 2C 20 20 41 2C 20 20 58    D,  N,  A,  X
00D0 2C 20 20 52 2C 20 20 20 3E 0D 0A 0D 0A 1A 43 76 ,  R,   >.....Cv
00E0 23 D6 00 34 22 74 02 F2 02 76 23 E6 22 02 01 76 #..4"t...v#."..v
00F0 00 40 00 54 00 EC 00 56 20 60 02 6A 2F 00 12 00 .@.T...V `.j/...
```

Figure-1.2.5　ドライブB：上のファイル〝PIP．COM〞がオープンされた時点のFCBエリア付近のダンプ．

Figure-1.2.4に示した，当プログラムの実行のコマンド・ライン，

A＞FCBTEST␣B：PIP．COM

によって，なぜ〝B：PIP．COM〞が，このプログラムの対象ファイルとなるのかは，後程解説します．

次に，FCBがどのように構成されているのか，そのフォーマットを図示します．アドレスは，CP／Mがデフォールトとして設定している5CH～7CHを記入してあります．

シーケンシャル・ファイルの場合は，00～32の33バイトを使用し，ランダム・ファイルの場合は，00～35の36バイトを使用します．

Figure-1.2.6に，ドライブB：上のファイル〝PIP.COM〞がオープンされた直後のFCBを示すFigure-1.2.5を当てはめてみて下さい．

FCBは，通常，アドレス5CHに置かれますが，必要であればTPA（トランジェント・プログラム・エリア）のどこに置いてもかまいません．特に複数のファイルを同時にアクセスする場合は，2ndファイル以上のFCBは，TPAのどこかに置かざるを得ないことになります．

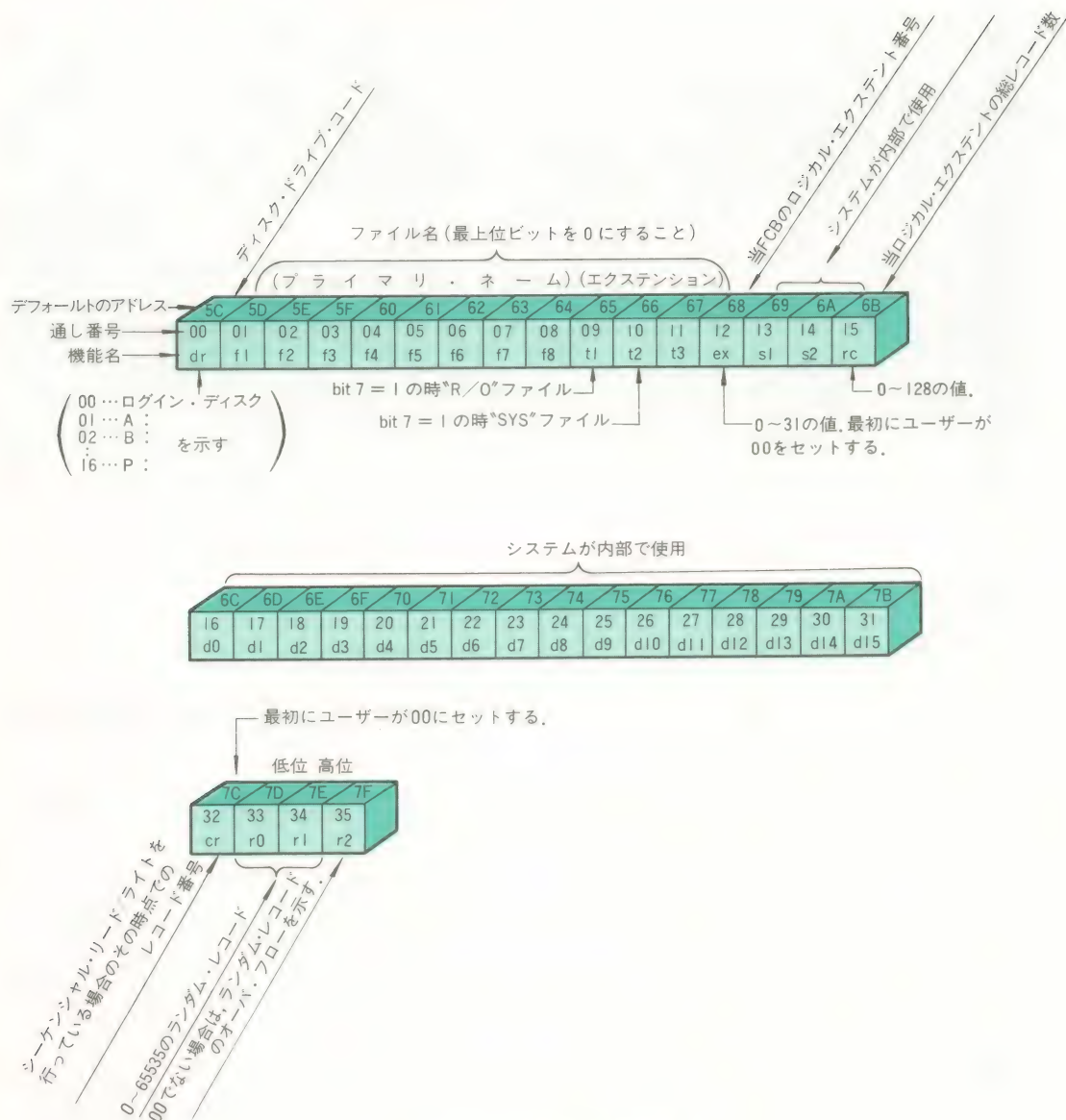



Figure-1.2.6 FCBの構成

1.2.2 プログラム実行時のコマンド・ラインとFCBの関係

Figure-1.2.4に示されているプログラムを実行する際のコマンド・ラインは，

A>x：プログラム名␣x'：対象となるファイル名　(x：，x'：はドライブ名)

という形式をとっています．

Figure-1.2.3に示されているこのプログラムは，対象となるファイル名を，アドレス5CHからのFCBにセットしなければなりません．しかしこの仕事は，上のコマンド・ラインを実行することにより，CCPが自動的に行ってしまったのです．

この機能は，各種アプリケーション・プログラムを作成する上で，利用する場合が非常に多く，是非とも理解しておかなければならない機能の1つです．

一般的には，次のようなコマンド・ラインの形式で，2つの対象となるファイル名(1st file, 2nd file)を，5CHからのFCBにセットすることができます．

A>x：program．ext␣x'：1stfile．ext␣x"：2ndfile．ext␣abcxyz……↵

このようなコマンド・ラインを実行した場合，FCBにはどのように格納されるか，実際に示してみましょう．

その準備のためにまず，"RET"命令（リタン命令．コードはC9H）だけの，たった1バイトの"プログラム"を作ります．このプログラムは，プログラム自身は何の内容もなく，実行された際は，ただ，コントロールをCP/Mに戻すだけのものです．そのため，このプログラムが実行された時のコマンド・ラインは，CCPによって処理されたままの状態を保つことになります．この状態のアドレス00H～FFHのスクラッチ・エリアを，CP/Mからは独立した特別のモニタでダンプして確認しようという訳です．

RET命令1バイトだけのプログラムを作る手順を次に示します．

```
A>DDT↵              DDTを起動
DDT VERS 2.2
-F100,1000,00↵      念のため，100H以後を適当に0クリアしておく．
-S100↵
0100 00 C9↵         アドレス100Hに"RET"命令(C9H)を書き込む．
0101 00 .↵
-D100,10F↵          ダンプして確認．
0100 C9 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 ................
-^C
  Ctrl-CでDDTを終わり，次はSAVEコマンドの実行．
A>SAVE 1 DUMMY.COM↵  "RET"だけのたった1バイトの"プログラム"をセーブする．
A>                   プログラム名は"DUMMY.COM"．
```

Figure-1.2.7　"RET"命令1バイトだけのプログラムを作る．

以上でファイル名〝DUMMY．COM〟の，〝何もしないことを実行する〟プログラムができました．では，このプログラムを次のコマンド・ラインで実行してみましょう．

A＞DUMMY␣B：1STFILE．ABC␣C：2NDFILE．XYZ␣OPTION ⏎

実際の実行例を次に示します．

Figure-1.2.8　プログラムが実行される時のコマンド・ラインと，FCBの関係を調べる実験．

このように，スクリーン上は何事もなかったようにCP／Mに戻っています．

この間にCCPは，①のプログラム・ファイル〝DUMMY．COM〟を，TPAにロードして100Hから実行するのはもちろんのことですが，プログラムをTPAにロードし終わり，100Hスタートで実行する直前に，コマンド・ラインの②と③が，メモリ上のFCBにセットされるのです．CCPが使用するデフォールトのFCBアドレスは，5CHからですが，それを含む0H～FFHのエリアを，Figure-1.2.8の状態のまま，筆者のCP／Mマシンに独自に設けた特別のモニタでダンプしてみましょう（DDTなどでは，FCBの状態が変化します）．

Figure-1.2.9　コマンド・ラインがFCBにコピーされる様子の確認．

CP／Mが使用するデフォールトのFCBアドレスは5CHです（ユーザー・プログラムでは，任意のアドレスに設定できます）．このダンプリストの5CH～7CHのFCBには，オプション・コマンド部の②と③が，Figure-1.2.6に示されているフォーマットに従って格納されていることが分かります．ただし，③については，通常はシステム内部で使用される6CHからのエリアに格納されています．

一方，④は，FCBには格納されていないことに注目して下さい．コマンド・ラインの①，②，③，④を区別するのは，それぞれの間に置いたスペースです．そして，②と③の先頭に，ドライブ名があれば，それらはFigure-1.2.6の〝dr〟のバイトに示されているように，ドライブ・コードに変換されてFCBに格納されます．ドライブ名がない場合は，ログイン・ディスクを指定したとみなされ，ドライブ・コード00が格納されます．

以上のように，Figure-1.2.8のコマンド・ラインを実行すると，プログラムがTPAにロードされ，100Hスタートで実行される直前に，コマンド・ラインの②と③の部分がFCBに，FCBのフォーマットで格納されることが理解されたと思います．

さらにもう1つ，重要なことがあります．

アドレス80HからのデフォールトのDMAバッファに，Figure-1.2.8のコマンドラインの②以後が，何の変更も受けずに入力した時の状態のままで格納されていることです．その先頭アドレスの80Hには，入力されたオプション・コマンド部の総入力文字が格納されます．この80Hからのエリアには，入力したものはすべて，④以後の部分も格納されるのです．

この80Hからのバッファに格納されるタイミングも，先程のFCBの場合と同じ，100Hスタートの直前です．

ユーザーは，ユーザー・プログラムの中で，前者のFCBに格納された2組のドライブ名とファイル名，それに後者のアドレス80Hからのエリアに格納された，入力されたままの状態のオプション・コマンド・ラインを，自由に利用することができます．

例えば，

```
A>DDT␣ABCD.COM ↵
A>DUMP␣OPQR.XYZ ↵
A>ED␣DUMP.ASM ↵
```

などは前者のFCBを利用し，

```
A>MOVCPM␣64␣* ↵
A>STAT␣PUN:=UP1: ↵
A>PIP␣B:=ASM.COM [V] ↵
```

などは後者の80Hからのバッファを利用しています．

いずれにしろ，これらのことは，次章の「システム・コール」のファイルの操作等に関するものとは密接に関係することであり，それぞれを単独で理解することは不可能です．よって，次章と本章とは一体であると考えて交互に参照して下さい．

1.3 カナ文字への対応

日本のパーソナル・コンピュータのCP／Mは，すでにカナ文字対応ができているものが多いのですが，そうでない標準CP／M上で，カナ文字の使用ができるようにするための変更箇所を示しておきましょう．これは筆者が「標準CP／Mハンドブック」にも紹介しましたが，ここではその変更作業を具体的にスクリーン上のリストで示します．

その前に，BIOS内のコンソール入出力ルーチンや，プリンタへの出力ルーチンなどには，入出力データの最上位ビットを0にする操作を行っていないということが前提です．

〝A＞〟のあとにカナ文字をキーインできるようにするための変更

コンソール・コマンド・レベルで，カナ文字を入力できるようにするための変更です．これを行うと，PIPコマンドの文字列サーチ・パラメータである，[S]や[Q]をカナ文字でも使用することが可能となります．また，コンソール・コマンド・レベルでなくても，EDコマンド内の文字列置き替えやサーチ・コマンドの〝S〟，〝F〟などにもカナ文字の使用が可能となります．

変更箇所は基本的には〝MOVCPM．COM〟をDDTでロードした時のアドレス13F5Hのデータ，〝7F〟が入力キャラクタの最上位ビットを0にするマスクなので，これを〝FF〟にでも変更して，新たにシステムを作り上げればよいのです．

実際は，次の実例に示すようにすれば簡単に新システムが作れます．CP／Mのマスター・ディスクをコピーして，それをドライブA：にセットして起動してから始めます．

```
A>12345↲                改造前のシステム."アイウエオ"と入力したが,このように"12345となり,
12345?                  カナとしては受付けていない.

A>SYSGEN↲ ……SYSGENを起動.
SYSGEN VER 2.2
SOURCE DRIVE NAME (OR RETURN TO SKIP)A  ｝ドライブA：上のCP／Mシステムをメモリ上にロードする.
SOURCE ON A, THEN TYPE RETURN↲          ｝
FUNCTION COMPLETE
DESTINATION DRIVE NAME (OR RETURN TO REBOOT)↲ ……メモリ上にロードしたままCP／Mに戻る.

             ↓―このページ数は,それぞれのCP／MのBIOSの大きさにより異なる.オーバするのはかまわない.
A>SAVE 40 CPM.COM↲      メモリ上のCP／Mシステムのイメージを,ファイル"CPM.COM"として,ディスクにセーブする.

A>DDT CPM.COM↲ ……DDTを起動し,先程の"CPM.COM"をロードする.
DDT VERS 2.2
NEXT  PC            ―確認のためのダンプ.
2900 0100                この"ANI 7FH"により,入力キャラクタの最上位bitが0にされる.
-D13F0,13FF↲                 ↓
13F0 E5 CD FB CC E6 [7F] E1 C1 FE 0D CA C1 CE FE 0A CA ﾍ.ﾌﾁ..ﾊﾁﾎ..ﾊ
-S13F5↲      ｝
13F5 7F FF↲  ｝"7F"を"FF"にでも変更する(すべてのキャラクタが通る).
13F6 E1 .↲   ｝
-G0↲ ……リブートしてCP／Mに戻る.改造されたCP／Mシステムはメモリ上にある.


A>SYSGEN↲
SYSGEN VER 2.2……SYSGENを起動.
SOURCE DRIVE NAME (OR RETURN TO SKIP)↲……スキップする.
DESTINATION DRIVE NAME (OR RETURN TO REBOOT)A ｝メモリ上の改造されたCP／Mシステムを,
DESTINATION ON A, THEN TYPE RETURN↲           ｝ドライブA：のシステム・トラックに組み込む.
FUNCTION COMPLETE
DESTINATION DRIVE NAME (OR RETURN TO REBOOT)↲……改造システム・ディスクでき上り.CP／Mに戻る.


A>
```

Figure-1.3.1　　カナ対応のCP／Mシステムを作成する手順.

```
[リセット]

A>アイウエオ↲ ……改造されたCP／Mを起動した後,"アイウエオ"と入力してみた.
アイウエオ?        このように受付られている.

A>
```

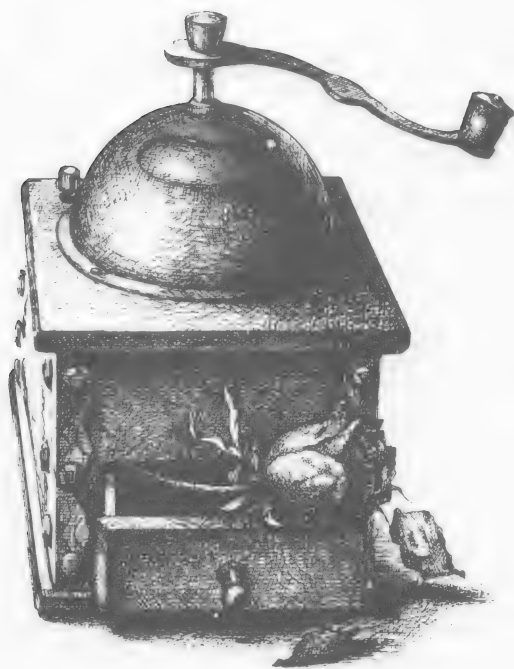
Figure-1.3.2　　コンソール・コマンドのレベルでもカナが使えます.

DDTのダンプ・コマンドのアスキー表示部にカナ表示をさせるための変更

これもCP／Mのマスター・ディスクからコピーした〝DDT．COM″を準備して，次の手順で行います．

```
A>DDT DDT.COM ↲     ……DDTを起動し,自分自身をロードする.
DDT VERS 2.2
NEXT  PC            ……確認のためのダンプ.
1400 0100
-DE30,E3F ↲                 ┌この"CPI 7FH"でその値以上のキャラクタを"."にしてしまう.
0E30 05 0C 7D C3 05 0C FE [7F] D2 40 0C FE 20 D2 C7 0B ..}......@.. ... ……カナは表示されない.
-SE37 ↲
0E37 7F FF     それを"FF"とすればすべてのキャラクタが,そのままコンソールに送られ表示される.
0E38 D2 .↲
-G0 ↲  ……リブートしてCP／Mに戻る

A>SAVE 19 DDT.COM ↲   ……メモリ上の改造DDTをセーブする.改造DDTのでき上り.

A>DDT DDT.COM ↲   ……改造DDTをセーブする.
DDT VERS 2.2
NEXT  PC
1400 0100
-DE30,E4F ↲
0E30 05 0C 7D C3 05 0C FE FF D2 40 0C FE 20 D2 C7 0B ..}ﾃ...ﾒ@. ﾒﾇ.    カナが表示されている.
0E40 3E 2E C3 C7 0B EB 2A 5F 0F 7D 93 6F 7C 9A EB C9 >.ﾃﾇ.*_.}o|/
-G0 ↲

A>
```

Figure-1.3.3　アスキー表示部にカナを表示させるためのDDTの改造．

2章　全システム・コール徹底解説

2.1 システム・コールとは

システム・コールとは，CP／Mが持っているコンソールなどの各周辺装置との入出力機能や，ディスク・ファイルの各種操作などの機能を，外部のユーザー・プログラムから使用することを許したCP／Mの〝システム・サービス〞のことです．

システム・コールは，〝ファンクション・コール〞や，〝スーパーバイザ・コール〞とも呼ばれており，CP／Mにとってこの機能は大変重要なものであり，システム・コールあってのCP／Mと言っても良いでしょう．

CP／Mが，今日，マイクロコンピュータのOSの標準になり得たのも，この多くの機能を持つシステム・コールを，使いやすい形式に整備して，ユーザーに提供した点にあると筆者は考えています．

ハードウェアに依存しない，このシステム・コールを利用して，各ソフトウェア・メーカーは，いっせいに各種のソフトウェアを製品化しました．つまり，システム・コールを使ったこれらのソフトウェアは，CP／Mマシンならば，すべての機種で実行することができるのです．そして，これらのソフトウェアが，今日CP／Mを取り巻く，おびただしい数のソフトウェア群となっているのです．

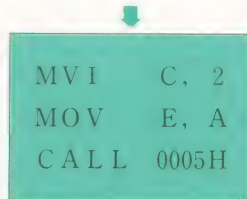
さて，みなさんが，CP／M上で実行する何らかのプログラムを，アセンブラで作る場合を想定して下さい．まず，コンピュータの入出力で最も基本的な，コンソールの入出力について考えてみましょう．

「キーボードから１文字入力するプログラムと，スクリーンへ１文字出力させるプログラムを作りなさい．」という問題です．

さて，あなたならどうしますか？

エーと，このコンピュータのキーボード・データの入力ポート・アドレスは，確かxxHで，ステータスbitはbit0で，……と考え始めた方は，どうしてもこの章を読まなければなりません．こんなに便利な機能があるのです．

問題のプログラムは，システム・コールを使うと，次のようにスマートに解決します．

コンソール入力（通常はキーボードから１文字入力）

入力があれば，入力データがＡレジスタに入っている

一方，コンソールへ1文字出力する場合は次のようになります．

コンソール出力（通常はスクリーンに1文字出力）

出力データをAレジスタに持っている場合．

Aレジスタの文字が，コンソールに出力される．

このようにわずか2～3ステップでこれらの機能が記述できるのです．そして，重要なことは，ここには，先程のポート・アドレスのような，コンピュータのハードウェアに関することが，表面には一切現れていないことです．従って機種の異なるどのようなCP／Mマシンでも，このプログラムは共通に動作することになります．

システム・コールの一般形を次に示します．

システム・コールの一般形

```
MVI     C，function No.
(LXI    D，address あるいは  MVI  E，parameter)
CALL    0005H
```

（結果を返すものは，結果がAあるいは（H，L）レジスタに格納される．）

つまり，

★ファンクションNo.を〝Cレジスタ〟にセット．
★（ファンクションによっては，パラメータを（D，E）ペアレジスタまたはEレジスタにセット．）
★アドレス0005番地をCALL．

この，２ステップまたは３ステップで，Figure-2.1.1のシステム・コール一覧表にある，すべての機能が実現できるのです．

CALLした結果は，コンソールへの１文字出力のように，直接に動作や現象として現れるファンクションのものと，結果のデータが得られるファンクションでは，１バイトの場合Aレジスタに，２バイトの場合（H，L）ペアレジスタにデータがセットされて戻るものがあります（CP／M ver1.4とコンパチビリティを保つため，H，Lレジスタと同じ値が，A，Bレジスタにも格納されています）．つまり，結果は，

★動作として現れる．
★１バイトの結果はAレジスタに．２バイトの結果は(H，L)ペアレジスタに格納されている．

この機能が，CP／Mの〝システム・コール〟と呼ばれるものです．

次頁にシステム・コールのファンクション一覧表を示します．

システム・コールにおけるスタックの扱いについて

システム・コールされた内部では，独自のスタック・ポインタが使用されており，ユーザー・プログラム上のスタックは一切消費しません．よってユーザーは，システム・コール内部でのスタックの消費を考慮する必要はありません．

ここでのシステム・コールのサンプル・プログラムは，簡素化のために，ほとんどのものはユーザー・プログラムでスタック・ポインタを設定せずに，CCP内のスタックをそのまま継続して使っています．CCPからユーザー・プログラムにコントロールが移った時に，CCPが使用していた７レベルのスタックが使用可能ですが，これ以上にスタックが深くなるプログラムの場合は，ユーザー・プログラムで，新たにスタック・ポインタを設定する必要がありますので注意して下さい．

区分	ファンクションNo.(Cレジスタにセットする) 10進	HEX	ファンクション	パラメータのセット(DEレジスタまたはEレジスタへ)	結果(DEレジスタまたはEレジスタへ)
周辺装置との入出力	0	00	システム・リセット	なし	システムがリセットされる
	1	01	CON：(コンソール)からの入力	なし	A←入力キャラクタ
	2	02	CON：(コンソール)への出力	E←キャラクタ	CON：へ出力される
	3	03	RDR：(リーダ)からの入力	なし	A←入力キャラクタ
	4	04	PUN：(パンチ)への出力	E←キャラクタ	PUN：へ出力される
	5	05	LST：(リスト)への出力	E←キャラクタ	LST：へ出力される
	6	06	ダイレクト・コンソール入出力	入力：E←FFH　出力：E←キャラクタ	入力：A←キャラクタ　出力：コンソールへ出力
	7	07	IOバイトの取り出し	なし	A←IOバイト
	8	08	IOバイトのセット	E←IOバイト	IOバイトがセットされる
	9	09	文字列のプリントアウト	DE←文字列アドレス	$記号までの文字列がコンソールに出力
	10	0A	コンソール・バッファへの読み込み	DE←バッファ・アドレス	コンソールからバッファへ入力
	11	0B	CON：(コンソール)入力ステータスのチェック	なし	入力あり：A←FFH　入力なし：A←00
ディスク入出力関係／バージョン1.4の使用可能範囲	12	0C	バージョンNo.の取り出し	なし	H←CP/M-MP/M　L←バージョンNo.
	13	0D	ディスク・システムのリセット	なし	すべてのディスクがリセットさせる
	14	0E	ディスク・ドライブのセレクト	E←ドライブNo.	デフォールト・ドライブに指定される
	15	0F	ファイルのオープン	DE←FCBアドレス	正常：A←ディレクトリ・コード　FCB←オープンされたファイルのディレクトリ・データ・ファイルがない：A←FFH
	16	10	ファイルのクローズ	DE←FCBアドレス	正常：A←ディレクトリ・コード ファイルがない：A←FFH
	17	11	最初のファイルのサーチ	DE←FCBアドレス	
	18	12	次のファイルのサーチ	なし	
	19	13	ファイルのデリート	DE←FCBアドレス	
	20	14	シーケンシャル・リード	DE←FCBアドレス	正常：A←00
	21	15	シーケンシャル・ライト	DE←FCBアドレス	終了またはディスク・フル：A←00以外
	22	16	ファイルの作成	DE←FCBアドレス	正常A←ディレクトリ・コード ディレクトリ・フル：A←FFH
	23	17	ファイル名の変更	DE←FCBアドレス	正常A←ディレクトリ・コード ファイルがない：A←FFH
	24	18	ログイン・ベクトルの取り出し	なし	HL←ログイン・ベクトル
	25	19	ログイン・ディスクNo.の取り出し	なし	A←ディスクNo.
	26	1A	DMAアドレスのセット	DE←DMAアドレス	DMAアドレスがセットされる
	27	1B	アロケーション・アドレスの取り出し	なし	HL←アロケーション・ベクトル・アドレス
ディスク入出力関係／バージョン2.0以上使用可	28	1C	ライト・プロテクトのセット	なし	ログイン・ディスクがR/Oにセットされる
	29	1D	R/Oベクトルの取り出し	なし	HL←ベクトル
	30	1E	ファイル・アトリビュートのセット	DE←FCBアドレス	A←ディレクトリ・コード ファイルがない：A←FFH
	31	1F	ディスク・パラメータ・アドレスの取り出し	なし	HL←DPBのベース・アドレス
	32	20	ユーザー・コードのセット/取り出し	セット：E←ユーザー・コード　取り出し：E←FFH	ユーザー・エリアが変更される　A←ユーザー・コード
	33	21	ランダム・リード	DE←FCBアドレス	正常：A←00
	34	22	ランダム・ライト	DE←FCBアドレス	エラー：A←エラーコード
	35	23	ファイル・サイズの計算	DE←FCBアドレス	FCBのr0～r2←ファイル・サイズ
	36	24	ランダム・レコードのセット	DE←FCBアドレス	FCBのr0～r2←ランダム・レコードNo.
ディスク入出力関係／バージョン2.2以上使用可	37	25	ディスク・ドライブのリセット	DE←ドライブ・ベクトル	ベクトルのドライブがリセットされる
	38	26	使用されていない		
	39	27			
	40	28	ゼロ・フィルを伴うランダム・ライト	DE←FCBアドレス	正常：A←00 エラー：A←エラーコード

注）HLレジスタと同じ内容がABレジスタにもセットされる．
注）ファンクション12は，バージョン1.4では「ヘッドのリフトアップ」のファンクションである．
注）ディレクトリ・コード：128バイト中の該当ディレクトリの位置により，0～3の値をとる．

Figure-2.1.1 システム・コール一覧表

2.2 システム・コール徹底実習

何はともあれ，これらのすべての機能を簡単なプログラムで実習してみましょう．実習用のサンプル・プログラムは，それぞれの〝システム・コール〟を，やさしく解説することを第1目的としました(アルゴリズムのスマートさなどは，問題にしていませんのであしからず)．それぞれのプログラム・リストとそのコメント文が，システム・コールについての何よりの解説になりますので，リストをよく見て下さい．

最初に示す実習プログラム Figure-2.2.1だけをみても，システム・コールの概念はつかめると思います．

ファンクション：0,1,2の実習

ファンクション：0…システム・リセット

CALL手順

```
MVI     C, 0
CALL    0005H
```

機能

0番地へのジャンプ，あるいはCtrl-Cのキーインを行ってリブートした場合と同じ機能である．このファンクションを実行すると，〝WBOOT〟(BIOS＋3番地)へのジャンプが行われる．

ファンクション：1…コンソールからの入力

CALL手順

```
MVI     C, 1
CALL    0005H
   ↓
(入力キャラクタがAレジスタに格納されている)
```

機能

コンソール(通常はキーボード)からの入力があれば，入力キャラクタをAレジスタに持ってCALLから戻る．と同時に，コンソール（通常はスクリーン）に入力キャラクタを出力（エコー・バック）する．入力がない場合は，入力されるまで内部でループしている．

コンソールへのエコー・バックに関しては，Ctrl-S，Ctrl-P，タブの各機能が働く(ファンクション：2を参照)．

ファンクション：2…コンソールへの出力

CALL手順

```
MVI      C, 2
(E) ←    出力キャラクタ
CALL     0005H
```

機能

Eレジスタにセットされた ASCIIキャラクタを，コンソール(通常はスクリーン)に出力する．この出力に関しては，コンソールからCtrl-Sによるポーズや，事前のCtrl-Pによるリスト出力，さらに8文字ごとのタブ処理がそれぞれ機能する．

実習プログラム　ファンクション：0, 1, 2

コンソールから1文字入力すると，コロン"："に続いて入力された文字が，255文字連続してコンソールに出力され，Ctrl-Rを入力するとシステム・リセットが行われる．

このようなプログラムを作ってみましょう．

このプログラムのPRN形式のソース・リストを次に示します．

```
A>TYPE 0-1-2.PRN↲


                    ;----------------------------------------;
                    ;    FUNCTION  0: SYSTEM RESET           ;
                    ;              1: CONSOLE INPUT          ;
                    ;              2: CONSOLE OUTPUT         ;
                    ;----------------------------------------;

0100                           ORG      100H
                    START:
0100 0E02                      MVI      C,2        "コンソール出力"のシステム・コール．
0102 1E2A                      MVI      E,'*'      "*"がスクリーンに出力される．
0104 CD0500                    CALL     0005H

0107 0E01                      MVI      C,1        "コンソール入力"のシステム・コール．
0109 CD0500                    CALL     0005H      キー入力があるまで，この内部でループしている．

010C 324901                    STA      BUFF       キー入力データを"BUFF"へストア．
010F FE12                      CPI      12H ;=^R   キー入力データがCtrl-Rのときは，"RESET"
0111 CA4401                    JZ       RESET      へジャンプ．
```

```
0114 0E02           MVI     C,2       |"コンソール出力" のシステム・コール.
0116 1E3A           MVI     E,':'     |":"がスクリーンに出力される.
0118 CD0500         CALL    0005H     |

011B 06FF           MVI     B,255     ……出力文字数のカウンタ. 255文字出力するため.
               LOOP:
011D 3A4901         LDA     BUFF      ……キー入力データをAレジスタにロード.

0120 C5             PUSH    B         |
0121 0E02           MVI     C,2       |
0123 5F             MOV     E,A       |"コンソール出力" のシステム・コール.
0124 CD0500         CALL    0005H     |Aレジスタの文字がスクリーンに出力される.
0127 C1             POP     B         |

0128 05             DCR     B         |255文字出力するまでループする.
0129 C21D01         JNZ     LOOP      |

012C 0E02           MVI     C,2       |
012E 1E0D           MVI     E,0DH     |キャリッジ・リタンをスクリーンに出力.
0130 CD0500         CALL    0005H     |

0133 0E02           MVI     C,2       |
0135 1E0A           MVI     E,0AH     |ライン・フィードをスクリーンに出力.
0137 CD0500         CALL    0005H     |

013A 0E02           MVI     C,2       |もう1度ライン・フィードを
013C 1E0A           MVI     E,0AH     |スクリーンに出力.
013E CD0500         CALL    0005H     |

0141 C30001         JMP     START     ……最初から繰り返し.

               RESET:
0144 0E00           MVI     C,0       |"システム・リセット"のシステム・コール.
0146 CD0500         CALL    0005H     |リブートと同じ機能なので, このあとに続く
                                      |プログラムはない.

0149           BUFF: DS     1         ……キー入力の1文字バッファ.

014A                END

A>               注) コンソール入出力を, キー入力, スクリーン出力として説明しています.
```

Figure-2.2.1　ファンクション：0, 1, 2　実習プログラムのPRN形式ソース・リスト.

上記ソース・リストから，エディタを使ってアセンブリ・ソース・ファイルを作り，ASM→LOADを行い，〝0-1-2. COM〟を生成し実行してみましょう.

ファンクション：0, 1, 2 実習プログラムの実行

〝0-1-2. COM〟を実行すると，プロンプト〝*〟が出力されるので，適当な文字をキーインします. 〝:〟に続いて，入力された文字が255文字出力されます.

文字のキーイン直後に素早くCtrl-Sをキーインして，255文字の出力がポーズになることや，事前のCtrl-Pによるプリンタへの出力，タブ（TABキーがない場合はCtrl-Ｉで代用できる）の処理などが機能することを確認して下さい.

実行例を次に示します．

```
A>0-1-2↲
        ────"コンソール入力" 自身の表示.
  ↓ ────→ 入力された文字が255文字 "コンソール出力" されている.
*A:AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
AAAAAAAAAAAAAAAAAA     キャリッジ・リタンとライン・フィードが行われている.
← もう1度ライン・フィードが行われている.
*5:55555555555555555555555555555555555555555555555555555555555555555555555555555
55555555555555555555555555555555555555555555555555555555555555555555555555555555
55555555555555555555555555555555555555555555555555555555555555555555555555555555
555555555555555555

*ｱ:ｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱ
ｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱ
ｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱ
ｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱｱ

*^R ←Ctrl-Rの入力により,"システム・リセット"が行われ, CP/Mに戻った.

A>

注) Ctrl-S, Ctrl-P, Ctrl-Iなどの実験も行って下さい.
```

Figure-2.2.2　ファンクション：0，1，2　実習プログラムの実行．

ファンクション：3,4,5の実習

ファンクション：3…リーダからの入力

CALL手順

```
MVI     C, 3
CALL    0005H
          ⬇
(入力データはAレジスタに格納されている)
```

機能

ロジカル・デバイスの〝RDR：〞に入力があれば，入力データをAレジスタに持って，CALLから戻る．入力がない場合は，入力されるまで内部でループしている．

ファンクション：4…パンチへの出力

CALL手順

```
MVI      C, 4
 (E) ←   出力データ
CALL     0005H
```

機能

Eレジスタにセットされているデータを，ロジカル・デバイスの〝PUN：〟に出力する．

ファンクション：5…リストへの出力

CALL手順

```
MVI      C, 5
 (E) ←   出力データ
CALL     0005H
```

機能

Eレジスタにセットされているデータを，ロジカル・デバイスの〝LST：〟に出力する．

実習プログラム ファンクション：3, 4, 5

〝RDR：〟デバイスから入力したデータを，メモリ上にバッファして行き，Ctrl-P (10H) が入力されると，今までにバッファした内容を〝PUN：〟デバイスへ出力する．また，Ctrl-L (0CH) が入力されると，〝LST：〟デバイスに出力する．Ctrl-Z (1AH) が入力されると，本プログラムを終了し，CP／Mに戻る．

このようなプログラムを作ってみましょう．

このプログラムのPRN形式のソース・リストを次に示します．

```
A>TYPE 3-4-5.PRN

                         ;---------------------------------------------;
                         ;   FUNCTION  3: READER INPUT                 ;
                         ;             4: PUNCH OUTPUT                 ;
                         ;             5: LIST OUTPUT                  ;
                         ;---------------------------------------------;
 0100                             ORG      100H
                         START:
 0100 214801                      LXI      H,BUFF        H,Lレジスタに"BUFF"のアドレスをセット.
```

```
0103 E5                 PUSH    H           "リーダ入力"のシステム・コール.
0104 0E03               MVI     C,3         アドレス・ポインタであるH, Lレジスタを
0106 CD0500             CALL    0005H       保護している.
0109 E1                 POP     H

010A FE10               CPI     10H  ;=^P   入力がCtrl-Pならば，バッファされた内容を
010C CA1E01             JZ      PUNOUT      パンチ出力へ.
010F FE0C               CPI     0CH  ;=^L   入力がCtrl-Lならば，バッファされた内容を
0111 CA3301             JZ      LSTOUT      リスト出力へ.
0114 FE1A               CPI     1AH  ;=^Z   入力がCtrl-Zならば，本プログラムを終了し，
0116 C8                 RZ                  CP／Mへ.

0117 77                 MOV     M,A         リーダ入力データのバッファリング.
0118 23                 INX     H           最終データの次に，必ず"00"をストアする.
0119 3600               MVI     M,0
011B C30301             JMP     START+3     ……次のデータ入力へループ.

              PUNOUT:
011E 214801             LXI     H,BUFF      バッファから出力データの取り出し.
0121 7E                 MOV     A,M         データが"00"の場合"START"へのジャンプ.
0122 FE00               CPI     0           繰り返し.
0124 CA0001             JZ      START

0127 E5                 PUSH    H
0128 0E04               MVI     C,4         "パンチ出力"のシステム・コール.
012A 5F                 MOV     E,A         H, Lレジスタを保護している.
012B CD0500             CALL    0005H
012E E1                 POP     H

012F 23                 INX     H           次のデータ出力へループ.
0130 C32101             JMP     PUNOUT+3

              LSTOUT:
0133 214801             LXI     H,BUFF      バッファから出力データの取り出し.
0136 7E                 MOV     A,M         データが"00"の場合"START"へジャンプ.
0137 FE00               CPI     0           繰り返し.
0139 CA0001             JZ      START

013C E5                 PUSH    H
013D 0E05               MVI     C,5         "リスト出力"のシステム・コール.
013F 5F                 MOV     E,A         H, Lレジスタを保護している.
0140 CD0500             CALL    0005H
0143 E1                 POP     H

0144 23                 INX     H           次のデータ出力へループ.
0145 C33601             JMP     LSTOUT+3

0148 =        BUFF      EQU     $           入力データのバッファの始まり.

0148                    END

A>
```

Figure-2.2.3　ファンクション：3，4，5　実習プログラムのPRN形式ソース・リスト.

このソース・リストからアセンブリ・ソース・ファイルを作り，"3-4-5．COM" を生成してプログラムを実行してみましょう.

ファンクション：3,4,5 実習プログラムの実行

プログラム"3-4-5．COM"を起動させ外部から"PUN："デバイスへデータを送り込みます．本書の場合は，もう1台のCP／Mマシンから，互いのRS-232Cインターフェイス（"PUN："，"RDR："両デバイスに割り当てられている）を介してデータを送っています．

Figure-2.2.4は，データ送り出し側の実行例であり，PIPにより，キーボード入力を"PUN："デバイスから出力しています．実習プログラム"3-4-5．COM"が起動している受信側では，この出力を"RDR："デバイスから入力して，各動作が行われる訳です．

Figure-2.2.5は，実習プログラムを実行した時のスクリーンの表示例であり，Figure-2.2.6は，"LST："デバイスに出力された印字例です．

```
A>PIP PUN:=CON:↲  …"CON："(通常はキーボード)入力を"PUN："から出力.

ABCDEFGHIJKLMN↲LF
0123456789↲LF
abcdefghijklmn↲LF
^L ……………………Ctrl−Lの入力により,上記データを"LST："へ出力させる.
OPQRSTUVWXYZ↲LF
9876543210↲LF
opqrstuvwxyz↲LF
^P ^Z ……………Ctrl−Pの入力により,上記データを"PUN："へ出力させる.
A>               Ctrl−Zの入力により,プログラム"3−4−5"を終了させ,
                 こちらのPIPも終了させる.

  注）LFはライン・フィード・キーの入力を表す．LFはCtrl-Jで代用できる.
```

Figure-2.2.4　この実習でのデータ送り出し側CP／Mマシンの実行例.

```
A>3-4-5↲

A>……Ctrl−Zが入力されたので,CP／Mに戻った.
```

Figure-2.2.5　ファンクション：3，4，5　実習プログラムの実行例．Figure-2.2.4でのデータが入力される．

```
ABCDEFGHIJKLMN
0123456789
abcdefghijklmn
```

Figure-2.2.6　ファンクション：3，4，5　実習プログラムによる"LST："デバイスへの出力例.

ファンクション：6の実習

ファンクション：6…ダイレクト・コンソール入出力

CALL手順

```
入力の場合
MVI     C, 6
MVI     E, 0FFH
CALL    0005H
   ⬇
（入力データはAレジスタに格納されている）
```

```
出力の場合
MVI     C, 6
(E) ←   出力データ
CALL    0005H
```

機能

EレジスタにFFHをセットしてCALLする場合はコンソール入力，FFH以外であればコンソール出力となる．入力の場合は，入力があれば入力データをAレジスタに持って，CALLから戻る．入力がない場合は，Aレジスタに00を持ってCALLから戻る（入力があるまで待たないことに注目）．
出力の場合は，Eレジスタにセットされているデータを，コンソールに出力する．いずれの場合も，ファンクション1および2で有効であったCtrl-S，Ctrl-Pなどは機能しない．

実習プログラム　ファンクション：6

コンソールへ〝ー〞記号を連続して出力させながら，コンソール入力を監視し，入力があれば，そのキャラクタをコンソールへ出力する．入力がCtrl-Zであれば本プログラムを終了してCP／Mに戻る．

このようなプログラムを作ってみましょう．
このプログラムのPRN形式のソース・リストを次に示します．

```
A>TYPE 6.PRN↲


                        ;-----------------------------------------------;
                        ;   FUNCTION  6: DIRECT CONSOLE I/O             ;
                        ;-----------------------------------------------;

 0100                           ORG     100H
                        START:
 0100 0E06                      MVI     C,6       ⎫"ダイレクト・コンソール入出力"の"入力"の
 0102 1EFF                      MVI     E,0FFH    ⎬システム・コール．EレジスタにFFHをセット
 0104 CD0500                    CALL    0005H     ⎭していることに注目．入力がない場合，内部で
                                                   ループしないことにも注目．
 0107 B7                        ORA     A         ⎫入力(通常はキー入力)があったかどうかの判
 0108 C21501                    JNZ     CHROUT    ⎭定．入力があった場合，"CHROUT"にジャン
                                                   プ．
 010B 0E06                      MVI     C,6       ⎫"ダイレクト・コンソール入出力"の"出力"の
 010D 1E2D                      MVI     E,'-'     ⎬システム・コール．"－"記号をコンソールに
 010F CD0500                    CALL    0005H     ⎭出力する(通常はスクリーンに出力)．

 0112 C30001                    JMP     START     …最初に戻ってループ．

                        CHROUT:
 0115 FE1A                      CPI     1AH       ⎫入力がCtrl－Zなら本プログラムを終了し，
 0117 C8                        RZ                ⎭CP／Mへ戻る．

 0118 0E06                      MVI     C,6       ⎫"ダイレクト・コンソール入出力"の"出力"の
 011A 5F                        MOV     E,A       ⎬システム・コール．入力キャラクタをコンソ
 011B CD0500                    CALL    0005H     ⎭ールに出力する．

 011E C30001                    JMP     START  ……最初に戻ってループ．

 0121                           END

A>
```

Figure-2.2.7　ファンクション：6　実習プログラムのPRN形式ソース・リスト．

このソース・リストからアセンブリ・ソース・ファイルを作り，〝6．COM〞を生成してプログラムを実行してみましょう．

ファンクション：6 実習プログラムの実行

プログラム〝6．COM〞を起動すると，スクリーンに〝－〞記号が連続して出力されますので，適当にキーインを行うと，キーインされたキャラクタが表示されて行きます．このプログラムは，キー入力を監視しながら，スクリーンへの出力を連続して行っている訳です．Ctrl-S, Ctrl-Pの機能が働かないことも確認して下さい．Ctrl-Zを入力すると，プログラムを終了してCP／Mへ戻ります．

この実行例を次に示します．

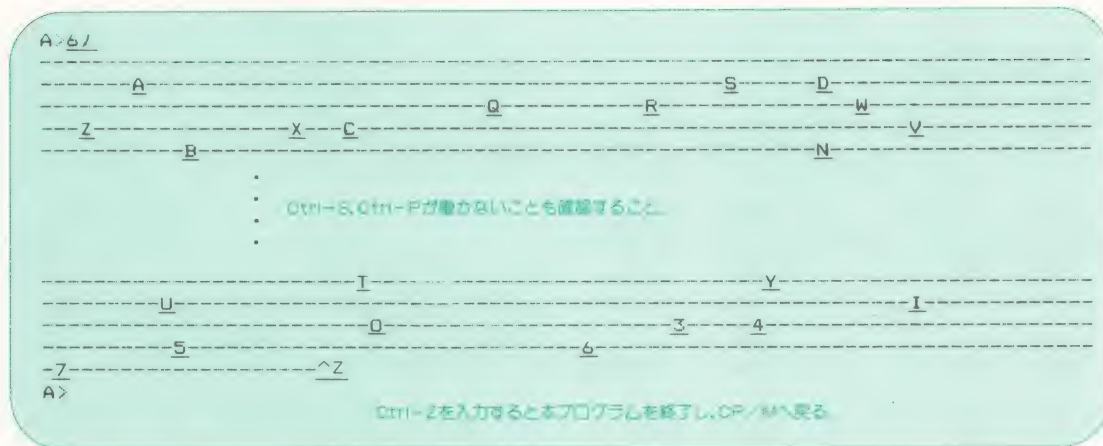



Figure-2.2.8　ファンクション：6　実習プログラムの実行.

ファンクション：7,8の実習

ファンクション：7…IOバイトの取り出し

CALL手順

```
MVI     C, 7
CALL    0005H
   ⇩
(IOバイトの値がAレジスタに格納されている)
```

機能

アドレス0003HのIOバイトの値を，Aレジスタに持ってCALLから戻る.

ファンクション：8…IOバイトのセット

CALL手順

```
MVI     C, 8
(E) ←   IOバイトの値
CALL    0005H
```

機能

Eレジスタの値が，アドレス0003HのIOバイトにセットされる.

実習プログラム ファンクション：7,8

プログラム実行前のIOバイトの値をコンソールに表示し，次に，ロジカル・デバイスの"RDR："と"PUN："に，それぞれフィジカル・デバイスの"UR1：","UP1："を割り当て，割り当てた後のIOバイトの値を，再びコンソールに表示する．

このようなプログラムを作ってみましょう．
このプログラムのPRN形式のソース・リストを次に示します．

```
A>TYPE 7-8.PRN/
                              ;------------------------------------------------;
                              ;    FUNCTION   7: GET I/O BYTE                  ;
                              ;               8: SET I/O BYTE                  ;
                              ;------------------------------------------------;
 0100                                  ORG     100H
                              START:
 0100 CD4501                           CALL    CRLFOUT……復帰・改行をコンソールへ出力するサブルーチン.

 0103 0E07                             MVI     C,7    |"IOバイトの取り出し"のシステム・コール.
 0105 CD0500                           CALL    0005H  |現在のIOバイトの値が(A)レジスタに得られる.

 0108 F5                               PUSH    PSW      |得られた(A)レジスタの値を16進でコンソール
 0109 CD2601                           CALL    HEXDSPLY |に出力するサブルーチン.
 010C F1                               POP     PSW      |(A)レジスタを保護している.

 010D E6C3                             ANI     11$00$00$11B |IOバイト((A)レジスタ)の"RDR:"と
 010F F628                             ORI     00$10$10$00B |"PUN:"のビットを0クリアし，そこ
                                                            |にUR1:とUP1:をセットする.
 0111 5F                               MOV     E,A      |    CON.とLST:は変化させない.
 0112 0E08                             MVI     C,8      |"IOバイトのセット"のシステム・コール.
 0114 CD0500                           CALL    0005H    |上記(A)レジスタの値がIOバイトにセットされる.

 0117 CD4501                           CALL    CRLFOUT …復帰・改行をコンソールへ出力.

 011A 0E07                             MVI     C,7    |"IOバイトの取り出し"のシステム・コール.
 011C CD0500                           CALL    0005H  |変更したIOバイトを取り出して再表示させるため.

 011F CD2601                           CALL    HEXDSPLY…変更されたIOバイトの値を16進でコンソールに出力.
 0122 CD4501                           CALL    CRLFOUT …復帰・改行を出力.

 0125 C9                               RET ……本プログラムを終了し，CP/Mに戻る.

                              HEXDSPLY:
 0126 F5                               PUSH    PSW                |
 0127 0F0F0F0F                         RRC! RRC! RRC! RRC         |
 012B CD2F01                           CALL    HOUT1              |
 012E F1                               POP     PSW                |
 012F E60F                    HOUT1:   ANI     0FH                |(A)レジスタの値を16進でコンソールに表示す
 0131 C630                             ADI     30H                |るサブルーチン.
 0133 FE3A                             CPI     3AH                |
 0135 DA3A01                           JC      HOUT2              |
 0138 C607                             ADI     7                  |
 013A CD3E01                  HOUT2:   CALL    CONOUT             |
 013D C9                               RET                        |
```

```
013E 0E02        CONOUT: MVI      C,2      "ファンクション2"のコンソール出力のサブ
0140 5F                  MOV      E,A      ルーチン. (A)レジスタのキャラクタが, コン
0141 CD0500              CALL     0005H    ソールに出力される.
0144 C9                  RET

                 CRLFOUT:
0145 3E0D                MVI      A,0DH
0147 CD3E01              CALL     CONOUT
014A 3E0A                MVI      A,0AH    復帰・改行をコンソールに出力するサブルーチン.
014C CD3E01              CALL     CONOUT
014F C9                  RET

0150                     END

A>
```

Figure-2.2.9　ファンクション：7，8　実習プログラムのPRN形式ソース・リスト

このソース・リストからアセンブリ・ソース・ファイルを作り，"7-8 .COM" を生成してプログラムを実行してみましょう．

ファンクション：7,8 実習プログラムの実行

まず最初に，STATコマンドで，現在のフィジカル・デバイスのアサイン（割り当て）状況を見ておきましょう．この実行例を次に示します．

```
A>STAT DEV:↲ ……STATコマンドでフィジカル・デバイスの初期のアサイン状況をみる.
CON: is UC1:
RDR: is TTY:
PUN: is TTY:  "TTY:"であることに注目.
LST: is LPT:

A>
```

Figure-2.2.10　実習プログラム実行前の各デバイスのアサイン状況を見る．

ついでに，DDTコマンドで，IOバイト付近をダンプしておきます．

```
A>DDT↲    ……DDTによる実行前のIOバイト値の確認.
DDT VERS 2.2
-D0,F↲    ……アドレス0～FHをダンプ.
0000 C3 03 DA 83 00 C3 00 BC FF 00 FF 00 FF 00 FF 00 ................
-^C                  ↑
                 IOバイト.
A>
```

Figure-2.2.11　実行前のDDTによるIOバイトのダンプ．

このように，〝RDR：〞，〝PUN：〞共にTTY：〞になっています．

では，実習プログラム〝7−8．COM〞を実行してみましょう．その実行例を次に示します．

```
A>7-8↲ …実習プログラムの実行．〝RDR：〞と〝PUN：〞に〝UR1：〞，〝UP1：〞をアサインする．

83 …実行前のIOバイトの値．
AB …実行後のIOバイトの値．

A> (注：このプログラムをもう一度実行する場合には，事前に，リセット・ボタンによるCP／Mの再起動などで，
       IOバイトを初期値にセットし直して下さい．さもないと同じ値が表示されます．)
```

Figure-2.2.12　ファンクション：7，8　実習プログラムの実行．

このように，実行前のIOバイトの値は〝83H〞であり，実行後は〝ABH〞に変更されていることが表示されています．

83H＝10000011……Figure-2.2.10のアサイン．
ABH＝10101011……Figure-2.2.13のアサイン．

このように，プログラムの目的通りにIOバイトが変更されましたが，これをSTATコマンドでも確認してみましょう．

```
A>STAT DEV:↲ ……STATコマンドで，実習プログラム実行後の確認をする．
CON: is UC1:
RDR: is UR1: ……TTY：→UR1：  }
PUN: is UP1: ……TTY：→UP1：  } と変更されている．
LST: is LPT:

A>
```

Figure-2.2.13　実習プログラムの実行後のSTATコマンドによる結果の確認．

一応，DDTコマンドで，IOバイト付近をダンプしてみましょう．

```
A>DDT↲ …DDTによる実行後のIOバイト値の確認．
DDT VERS 2.2
-D0,F↲ ……0～FHをダンプ．
0000 C3 03 DA AB 00 C3 00 BC FF 00 FF 00 FF 00 FF 00 ................
-^C          ↑
            IOバイト．
A>
```

Figure-2.2.14　実行後のDDTによるIOバイトのダンプ．

目的通りにアサインされていることが確認されました．

このファンクション：7，8により，ユーザー・プログラム中で，自由にフィジカル・デバイスの選択が可能になる訳です．

ファンクション：9の実習

ファンクション：9…文字列のプリントアウト

CALL手順

```
MVI      C，9
(D，E)←文字列アドレス
CALL     0005H
```

機能

文字列が格納されているメモリの先頭アドレスを（D，E）レジスタにセットしてCALLすると，文字列の最後を示す"＄"記号（24H）が来るまで，文字列をコンソールに出力する．

Ctrl-S，Ctrl-P，タブ処理などのコントロールは，ファンクション：2と同様に有効である．

実習プログラム ファンクション：9

プログラムを実行すると，MorningのMか，またはNightのNかをキーインするようメッセージが表示される．

そこで，Mをキーインすると，"GOOD MORNING……"と応答があり，Nをキーインすると"GOOD NIGHT……"と応答する．

Ctrl-Zをキーインすると，プログラムを終了してCP／Mへ戻る．

このようなプログラムを作ってみましょう．

このプログラムのPRN形式のソース・リストを次に示します．

```
A>TYPE 9.PRN
                ;-----------------------------------------------;
                ;   FUNCTION  9: PRINT STRING                   ;
                ;-----------------------------------------------;
0100                    ORG     100H
```

```
                START:
0100 0E09               MVI     C,9          "文字列プリント"のシステム・コール.
0102 113A01             LXI     D,MSGINP     (DE)レジスタに,プリント・アウトする
0105 CD0500             CALL    0005H        文字列の格納バッファのアドレスをセッ
                                             トすること.
0108 0E01               MVI     C,1
010A CD0500             CALL    0005H        "コンソール入力"のシステム・コール.

010D FE4D               CPI     'M'
010F CA2401             JZ      MONGOUT      入力が"M"なら"MONGOUT"へジャンプ
0112 FE4E               CPI     'N'
0114 CA2F01             JZ      NIGTOUT      入力が"N"なら"NIGTOUT"へジャンプ.
0117 FE1A               CPI     1AH ;=^Z     入力がCtrl－Zなら本プログラムを終了して
0119 C8                 RZ                   CP／Mへ戻る.

011A 0E02               MVI     C,2          入力が上記のいずれでもない場合,"?"を
011C 1E3F               MVI     E,'?'        出力する."コンソール出力"のシステム・
011E CD0500             CALL    0005H        コール.

0121 C30001             JMP     START …… 繰り返し.
                MONGOUT:
0124 0E09               MVI     C,9
0126 115E01             LXI     D,MSGMONG    "文字列プリント"のシステム・コール.
0129 CD0500             CALL    0005H        文字列バッファ"MSGMONG"の内容が出力される.
012C C30001             JMP     START
                NIGTOUT:
012F 0E09               MVI     C,9
0131 118501             LXI     D,MSGNIGT    同上.
0134 CD0500             CALL    0005H        文字列バッファ"MSGNIGT"の内容が出力される.
0137 C30001             JMP     START
013A 0D0A696E70 MSGINP:   DB  0DH,0AH,'input  M)orning  or  N)ight  --->$'
015E 0D0A0A474F MSGMONG:  DB  0DH,0AH,0AH,'GOOD MORNING! THIS IS FUNCTION 9.',0DH,0AH,'$'
0185 0D0A0A474F MSGNIGT:  DB  0DH,0AH,0AH,'GOOD NIGHT! THIS IS FUNCTION 9.',0DH,0AH,'$'
01AA                    END
```

文字列バッファ・エリア

"文字列プリント"のシステム・コールにより,それぞれの文字列バッファの内容が"$"が来るまでコンソールに出力される.0DHは復帰,0AHは改行のコードである.

Figure-2.2.15　ファンクション：9　実習プログラムのPRN形式のソース・リスト.

このソース・リストからアセンブリ・ソース・ファイルを作り，〝9．COM〞を生成して，プログラムを実行してみましょう．

ファンクション：9実習プログラムの実行

実行例を次に示します．適当に，MやN，その他の文字などをキーインして試してみて下さい．最後はCtrl-ZでCP／Mに戻ることができます．

```
A>9↲  ……実習プログラムの実行.
input  M)orning  or  N)ight  --->M      "M"をキーイン.
GOOD MORNING! THIS IS FUNCTION 9.       プログラムの応答.
input  M)orning  or  N)ight  --->N      "N"をキーイン.
GOOD NIGHT! THIS IS FUNCTION 9.         プログラムの応答.
input  M)orning  or  N)ight  --->X?     "X"をキーイン."?"が表示された.
input  M)orning  or  N)ight  --->^Z     Ctrl－Zのキーインにより,本プログラムを
A>                                      終了してCP／Mに戻る.
```

Figure-2.2.16　ファンクション：9　実習プログラムの実行.

ファンクション：10の実習

ファンクション：10…コンソール・バッファへの読み込み

CALL手順

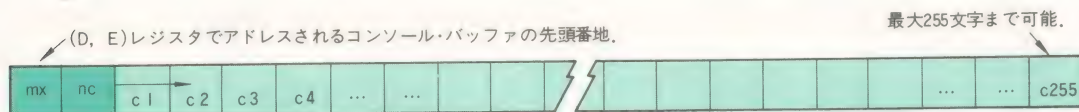
```
MVI      C, 10…… (=0AH)
(D, E) ←バッファ・アドレス
CALL     0005H
   ⬇
(入力された文字列が，コンソール・バッファに格納されている)
```

機能

コンソールからの入力を，(D, E)レジスタによってアドレスされるコンソール・バッファの先頭番地＋2番地から，順次，格納して行く．

バッファの入力可能最大文字数は255文字であり，入力に際して，RUB／DEL，Ctrl-C，Ctrl-E，Ctrl-H，Ctrl-J，Ctrl-M，Ctrl-R，Ctrl-Xなどの各種ライン・エディッティング機能が働く．

CALLから戻る条件は，キャリッジ・リタンが入力された時，あるいは〝mx〞で任意に設定される入力許可文字数（上限は255文字）と，実際に入力された文字数が一致したときである．

コンソール・バッファのフォーマットを次に示す．

mx…ここに，入力許可最大文字数(1～255の間で任意)を，あらかじめセットしておく．
nc…CALLから戻った時に，実際に入力された文字数がセットされる．
C_1～C_{255}…入力された文字が格納される．

実習プログラム ファンクション：10

ファンクション：10の機能を確認するには，コンソール・バッファをDDTのロードによって，壊されないアドレス2000H以上の適当な位置に設定し，ファンクション：10を実行した後，DDTでそのコンソール・バッファをダンプすれば，確認することができます．しかし，ここではプログラムを作って，前述のmx，ncの値と，c1以後の入力された文字列とを表示させて，その働きを見ることにしましょう．

コンソール・バッファをアドレス5000Hに設定し，入力許可文字数は40字に制限しておく．
プログラムを実行すると，まず，入力を促すプロンプト〝*〟が出力され，続けて適当に文字列をキー入力して行く．キャリッジ・リタンで入力を終了すると，コンソール・バッファの内容が，

mx␣nc␣c1，c2……（実際に入力された文字列）

と表示され，再びプロンプトに戻る．
プログラムの終了は，当ファンクションのCtrl-C入力を利用し，リブートして終わる．

このようなプログラムを作ってみましょう．
この実習プログラムのPRN形式のソース・リストを次に示します．

```
A>TYPE 10.PRN↲

                       ;-------------------------------------------------;
                       ;   FUNCTION  10: READ CONSOLE BUFFER             ;
                       ;-------------------------------------------------;

0100                           ORG     100H
5000 =                 BUFF    EQU     5000H

0100 3E28                      MVI     A,40    } 入力バッファのTOPに値40(=28H)をストア.
0102 320050                    STA     BUFF    } 入力バッファを最大40文字に制限する(255字まで可能).
                       START:

0105 CD7601                    CALL    CRLFOUT …復帰・改行を出力.

0108 0E02                      MVI     C,2     } "コンソール出力"のシステム・コール.
010A 1E2A                      MVI     E,'*'   } "*"を表示する.
010C CD0500                    CALL    0005H   }

010F 0E0A                      MVI     C,10    } "コンソール・バッファへの読み込み"のシステム・
0111 110050                    LXI     D,BUFF  } コール. バッファへの入力モードとなり,ライン・
0114 CD0500                    CALL    0005H   } エディッティング,その他のコントロール・キャラ
                                                 クタが機能する.

0117 CD7601                    CALL    CRLFOUT } 復帰・改行を出力.
011A CD7601                    CALL    CRLFOUT }

011D 3A0050                    LDA     BUFF     } 入力バッファの1文字目(入力許可文字数)を
0120 CD5701                    CALL    HEXDSPLY } 16進表示.
0123 3E20                      MVI     A,' '    } スペースを出力.
0125 CD6F01                    CALL    CONOUT   }
0128 3A0150                    LDA     BUFF+1   } 入力バッファの2文字目(入力された文字数)
012B CD5701                    CALL    HEXDSPLY } を16進表示.
012E 3E20                      MVI     A,' '    } スペースを出力.
0130 CD6F01                    CALL    CONOUT   }
```

```
0133 210250            LXI     H,BUFF+2
0136 3A0150            LDA     BUFF+1
0139 FE00              CPI     00
013B CA4E01            JZ      J1
013E 47                MOV     B,A
            DSPLY:
013F C5E5              PUSH B! PUSH H
0141 0E02              MVI     C,2
0143 5E                MOV     E,M
0144 CD0500            CALL    0005H
0147 E1C1              POP H!  POP B

0149 23                INX     H
014A 05                DCR     B
014B C23F01            JNZ     DSPLY

014E CD7601 J1:        CALL    CRLFOUT
0151 CD7601            CALL    CRLFOUT
0154 C30501            JMP     START

            HEXDSPLY:
0157 F5                PUSH    PSW
0158 0F0F0F0F          RRC! RRC! RRC! RRC
015C CD6001            CALL    HOUT1
015F F1                POP     PSW
0160 E60F   HOUT1:     ANI     0FH
0162 C630              ADI     30H
0164 FE3A              CPI     3AH
0166 DA6B01            JC      HOUT2
0169 C607              ADI     7
016B CD6F01 HOUT2:     CALL    CONOUT
016E C9                RET

016F 0E02   CONOUT:    MVI     C,2
0171 5F                MOV     E,A
0172 CD0500            CALL    0005H
0175 C9                RET

            CRLFOUT:
0176 3E0D              MVI     A,0DH
0178 CD6F01            CALL    CONOUT
017B 3E0A              MVI     A,0AH
017D CD6F01            CALL    CONOUT
0180 C9                RET

0181                   END

A>
```


Figure-2.2.17　ファンクション：10　実習プログラムのPRN形式のソース・リスト．

このソース・リストからアセンブリ・ソース・ファイルを作り，"10．COM" を生成してプログラムを実行してみましょう．

ファンクション：10 実習プログラムの実行

実行例を次に示します．自由に，文字列を入力したり，ライン・エディッティングなどのコントロール・キャラクタを入力したりして実験してみます．

Figure-2.2.18　ファンクション：10　実習プログラムの実行例.

なお，このプログラムは，コンソール・バッファを5000Hに設定してありますので，Ctrl-Cでリブートした後(1文字目に入力しないとCtrl-Cは有効でない)，DDTを起動し，5000Hからダンプしてコンソール・バッファを直接確認するのも良いでしょう．

この，ファンクション：10は，ライン・エディッティング機能や，各種コントロール・キーによる制御が有効なので，応用プログラム上で文字列の入力に用いると大変便利です．

ファンクション：11の実習

ファンクション：11…コンソール入力のステータスのチェック

CALL手順

```
MVI     C, 11…… (=0BH)
CALL    0005H
   ↓
(結果はAレジスタに格納されている)
```

機能

コンソールに入力があったかどうかのチェックを行い，入力があった場合はAレジスタにFFHを持ってCALLから戻る．入力がなかった場合は00を持って戻る．

実習プログラム ファンクション：11

コンソールに，"－"記号を連続して出力させながらコンソール入力のチェックを行い，入力があれば，その文字をコンソールに出力して"－"記号を出力し続ける．
入力が"S"の場合は，次に何らかのキャラクタが入力されるまで"－"記号の出力をストップする．入力がCtrl-Zの場合は，プログラムを終了してCP／Mに戻る．

このようなプログラムを作ってみましょう．
この実習プログラムのPRN形式のソース・リストを次に示します．

```
A>TYPE 11.PRN ↲

                    ;------------------------------------------------;
                    ;    FUNCTION  11: GET CONSOLE STATUS            ;
                    ;------------------------------------------------;

 0100                        ORG     100H

                    START:
 0100 0E02                   MVI     C,2       "コンソール出力"のシステム・コール.
 0102 1E2D                   MVI     E,'-'     "－"記号をコンソールに出力する.
 0104 CD0500                 CALL    0005H
```

```
0107 0E0B        MVI    C,11      "コンソール・ステータスの取り出し"のシステム・
0109 CD0500      CALL   0005H     コール．入力があった場合はFFH，ない場合は00
                                  が，(A)レジスタに得られる．

010C B7          ORA    A         入力がない場合は，最初の"START"へジャンプ
010D CA0001      JZ     START     してループする．

                                  "コンソール入力"のシステム・コール．
0110 0E01        MVI    C,1       上記ループで入力があれば，(A)レジスタに入力
0112 CD0500      CALL   0005H     キャラクタが得られ，同時にコンソールに表示
                                  される．

0115 FE1A        CPI    1AH ;=^Z  入力がCtrl－Zなら本プログラムを終了して
0117 C8          RZ               CP／Mに戻る．

0118 FE53        CPI    'S'       入力が"S"以外の場合は，"START"にジャンプ
011A C20001      JNZ    START     してループする．

011D 0E01        MVI    C,1       入力が"S"の場合，この"コンソール入力"の
011F CD0500      CALL   0005H     システム・コールにより，入力待ちとなる．

0122 C30001      JMP    START ……コンソール入力があれば，"START"に戻り
                                  ループする．

0125             END
A>
```

Figure-2.2.19　ファンクション：11　実習プログラムのPRN形式のソース・リスト

このソース・リストからアセンブリ・ソース・ファイルを作り，"11．COM" を生成して，プログラムを実行してみましょう．

ファンクション：11 実習プログラムの実行

実行例を次に示します．

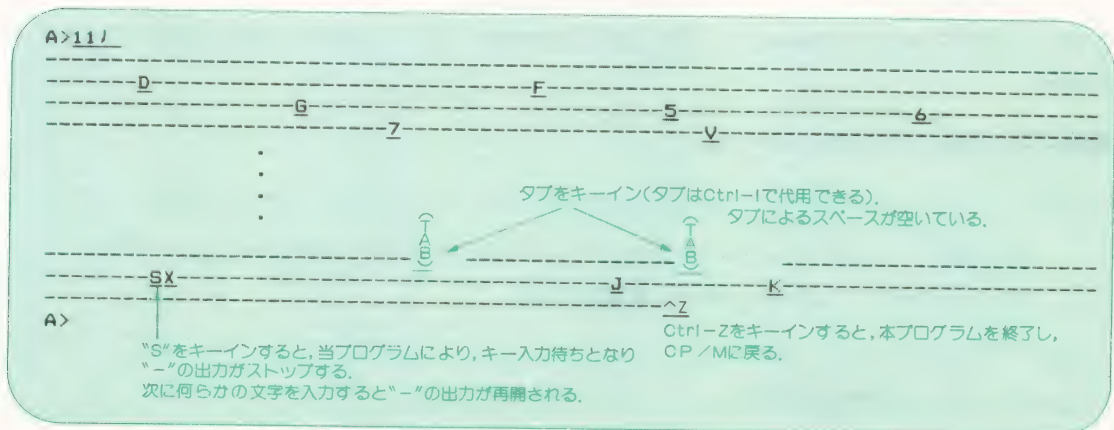



Figure-2.2.20　ファンクション：11　実習プログラムの実行．

プログラムで使われているコンソール出力は，ファンクション：2を使っているので，Ctrl-Sによるフリーズ，Ctrl-Pによるプリンタへの同時出力が有効ですので試して下さい．〝S〟による〝–〟表示のストップは，当プログラムによるものです．

このファンクション：11は，何らかのプログラムを実行させながら，キーボードから入力があるかどうかをセンスして，その入力キャラクタにより，それぞれの仕事に分岐させる，というようなプログラムに応用できます．

ファンクション：12の実習

ファンクション：12…オペレーティング・システムのバージョンNo.の取り出し

CALL手順

```
MVI     C, 12  ……（=0CH）
CALL    0005H
          ↓
（結果はHレジスタおよびLレジスタに格納されている）
```

機能

現在起動しているオペレーティング・システムが，CP/Mであるか，MP/Mであるかの判別を行い，CP/Mであれば，そのバージョンNo.を知らせる．
CALLから戻った時，Hレジスタが00ならばCP/M，01ならばMP/Mであることを示す．
バージョンNo.は，Lレジスタ＝00であればversion2.0以前のものを示し，2.0以上のバージョンの場合は，L＝20Hであればversion2.0，22Hであればversion2.2という具合に，20H～2FHまでの値で示される．

実習プログラム　ファンクション：12

現在起動しているオペレーティング・システムが，CP/Mであるか，MP/Mであるか，CP/Mならばそのバージョン No.は何か，を表示させる．

このプログラムのPRN形式のソース・リストを次に示します．

```
A>TYPE 12.PRN↓

                    ;-----------------------------------------------;
                    ;   FUNCTION  12: RETURN VERSION NUMBER          ;
                    ;-----------------------------------------------;
0100                          ORG      100H

                    START:
0100 0E0C                     MVI      C,12       ｝"バージョンNo.の取り出し"のシステム・コール.
0102 CD0500                   CALL     0005H      ｝

0105 7C                       MOV      A,H        ｝(H)レジスタの結果が00の場合はCP／M.
0106 FE00                     CPI      00         ｝"CP／M"へジャンプ.
0108 CA1C01                   JZ       CPM        ｝
010B FE01                     CPI      01         ｝(H)レジスタの結果が01の場合はMP／M.
010D CA1601                   JZ       MPM        ｝"MP／M"へジャンプ.

0110 117F01                   LXI      D,MSGANTR  ｝どちらでもない場合は,他のシステムなので,
0113 C35001                   JMP      MSGOUT     ｝「SYSTEM＝ANOTHER」と表示へ.

                    MPM:
0116 115601                   LXI      D,MSGMPM   ｝「SYSTEM＝MP／M」と表示へ.
0119 C35001                   JMP      MSGOUT     ｝

                    CPM:
011C 116801                   LXI      D,MSGCPM   ｝
011F E5                       PUSH     H          ｝「SYSTEM＝CP／M version」と表示へ.
0120 CD5001                   CALL     MSGOUT     ｝(L)レジスタにはバージョンNo.を持っている
0123 E1                       POP      H          ｝ので保護している.

0124 7D                       MOV      A,L        ｝
0125 FE00                     CPI      00         ｝(L)レジスタが00の場合は,"VER1X"へジャンプ.
0127 CA3801                   JZ       VER1X      ｝バージョン2.0以前.
012A FE20                     CPI      20H        ｝(L)レジスタが20の場合は,"VER20"へジャンプ.
012C CA3E01                   JZ       VER20      ｝バージョン2.0.
012F FE22                     CPI      22H        ｝(L)レジスタが22の場合は,"VER22"へジャンプ.
0131 CA4401                   JZ       VER22      ｝バージョン2.2
0134 D24A01                   JNC      VER22UP……(L)レジスタが22以上の場合はすべて,
0137 C9                       RET                   "VER22up"へジャンプ.

                    VER1X:
0138 119201                   LXI      D,MSG1X    ｝「1.X」と表示へ.
013B C35001                   JMP      MSGOUT     ｝

                    VER20:
013E 119801                   LXI      D,MSG20    ｝「2.0」と表示へ.
0141 C35001                   JMP      MSGOUT     ｝

                    VER22:
0144 119E01                   LXI      D,MSG22    ｝「2.2」と表示へ.
0147 C35001                   JMP      MSGOUT     ｝

                    VER22UP:
014A 11A401                   LXI      D,MSG22UP  ｝「2.2 up」と表示へ.
014D C35001                   JMP      MSGOUT     ｝

                    MSGOUT:
0150 0E09                     MVI      C,9        ｝"文字列のプリント"のシステム・コールのサブ
0152 CD0500                   CALL     0005H      ｝ルーチン.(DE)レジスタに文字列のアドレス
0155 C9                       RET                 ｝をセットしてCALLする.
```

```
0156 0D0A535953 MSGMPM:  DB     0DH,0AH,'SYSTEM = MP/M',0DH,0AH,'$'
0168 5359535445 MSGCPM:  DB     'SYSTEM = CP/M version $'
017F 5354535445 MSGANTR:DB      'STSTEM = ANOTHER',0DH,0AH,'$'
0192 312E780D0A MSG1X:   DB     '1.x',0DH,0AH,'$'
0198 322E300D0A MSG20:   DB     '2.0',0DH,0AH,'$'
019E 322E320D0A MSG22:   DB     '2.2',0DH,0AH,'$'
01A4 322E322055 MSG22UP:DB      '2.2 UP',0DH,0AH,'$'

01AD                    END
```

文字列エリア.

Figure-2.2.21　ファンクション：12　実習プログラムのPRN形式のソース・リスト.

上記ソース・リストからアセンブリ・ソース・ファイルを作りアセンブルし，〝12．COM〟を生成して実行してみましょう．

ファンクション：12実習プログラムの実行

CP／Mの各種バージョン（一般的には，version 1.4／2.0／2.2）をお持ちの方は，それぞれのバージョンについて実験すると良いでしょう．

まず，それぞれのバージョンのシステムを起動した上で，実習プログラムを実行します．システムがMP／Mの場合は，

SYSTEM　＝　MP／M

と表示しますが，CP／Mの場合は，Figure-2.2.23の実行例のようにバージョンNo.も共に表示されます．

```
リセット
48K CP/M ver 2.2 ……CP／M起動時のオープニング・メッセージ.
A>12↓ ……実習プログラムの実行.
SYSTEM = CP/M version 2.2
A>                    └──注目．バージョンNo.がレポートされている.
```

Figure-2.2.22　ファンクション：12　実習プログラムの実行．システムがCP／M version2.2の場合.

```
リセット
48K CP/M ver 1.4 ……CP／M起動時のオープニング・メッセージ.
A>12↓ ……実習プログラムの実行.
SYSTEM = CP/M version 1.x
A>                    └──注目．プログラムにより，2.0以前は1.Xとしてレポートされている.
```

Figure-2.2.23　ファンクション：12　実習プログラムの実行．システムがCP／M version1.4の場合.

このファンクション：12は，例えば，MP／Mでなければ実行できないアプリケーション・プログラムとか，CP／Mのバージョン2.0以上でなければ実行できないプログラムなどに応用して，現在働いているシステムが，適合するかどうかの判別を行わせる場合に使用します．

ファンクション：13の実習

ファンクション：13…ディスク・システムのリセット

CALL手順

```
MVI     C, 13  ……  (=0DH)
CALL    0005H
```

機能

すべてのディスク・システムをイニシャル状態にセットする．つまり，すべてのドライブは"R／W"となり，DMAアドレス（後述）は0080Hのデフォールト値にセットされ，ドライブA：が選択される．ただし，ログイン・ディスクは変化しないので，ファンクション：13を実行した時点のログイン・ディスクがA：以外の場合は，いったんドライブA：が選択された後，元のドライブにログインされる．

実習プログラム ファンクション：13

ファンクション：13で，ディスク・システムをリセットするプログラムを作成する．
プログラムが実行された時，ディスク・システムがリセットされたことを知らせるメッセージを出力させる．

このプログラムのPRN形式のソース・リストを次に示します．

```
A>TYPE 13.PRN
                    ;-----------------------------------------------;
                    ;   FUNCTION  13: RESET DISK SYSTEM             ;
                    ;-----------------------------------------------;
 0100                          ORG     100H
                    START:
 0100 0E0D                     MVI     C,13      "ディスク・システムのリセット"の
 0102 CD0500                   CALL    0005H     システム・コール

 0105 0E09                     MVI     C,9       "文字列プリント"のシステム・コール.
 0107 110E01                   LXI     D,MSGRST  ラベル"MSGRST"の文字列がプリント
 010A CD0500                   CALL    0005H     アウトされる.
```

```
 010D C9                RET
 010E 0D0A444953   MSGRST: DB    0DH,0AH,'DISK SYSTEM WAS RESET',0DH,0AH,'$'
 0128                   END
A>
```

Figure-2.2.24　ファンクション：13　実習プログラムのPRN形式のソース・リスト.

上記ソース・リストからアセンブリ・ソース・ファイルを作り，アセンブルし，"13．COM"を生成して実行してみましょう.

ファンクション：13 実習プログラムの実行

一度ログインされたり，何らかのアクセスが行われたディスク・ドライブのディスケットを交換した場合，CP/Mは自動的に異なったディスケットであることを判別し，そのドライブを書き込み禁止(R/O)にして，ディスクのデータが破壊されるのを防ぎます.

通常このような場合は，Ctrl-Cによるリブートを行って，システム全体のリセットを行ってから，書き込みを伴うプログラムを運用するのですが，このファンクション：13を使えば，リブートを行うことなく，ディスク・システムのリセットを行うことができます.

その実験を行ってみましょう．ドライブB：のディスケットを交換して，R/Oとなったことを確認した後，ファンクション：13を実行してみます．その様子を次に示します.

```
(ドライブA：上に"13.COM"と"STAT.COM"がある.)
A>B:↲ ……ドライブB：にログイン(B：には適当なディスケットをセットしておく).
B>A:STAT↲ ……STATコマンド実行.
A: R/W, Space: 197k } B：にもログインしているので，A：，B：共に表示される．R/W表示に注目.
B: R/W, Space: 14k  }
(ここで，ドライブB：のディスケットを，適当な別のディスケットと入れ替える.)
B>DIR PIP.COM↲ ……入れ替えたディスケットのディレクトリを読み込ませるために，例えばDIRコマンドを実行する.
B: PIP      COM

B>A:STAT↲ ……再度STATコマンドを実行.
A: R/W, Space: 197k } B：のR/WがR/Oとなっていることに注目.
B: R/O, Space: 14k  } 残りバイト数が異なるディスケットであるのに以前のまま(14k)であることにも注目.

B>A:13↲ ……実習プログラムの実行.

DISK SYSTEM WAS RESET……実習プログラムによるメッセージ．ファンクション：13が実行された.

B>A:STAT ……再度STATコマンドを実行.
A: R/W, Space: 197k } B：のR/OがR/Wにリセットされ，入れ替えたディスケットの残りバイト数も
B: R/W, Space: 57k  } 正しく表示されている.
B>
```

Figure-2.2.25　ファンクション：13　実習プログラムの実行.

ファンクション：14,17,26の実習

ファンクション：14…ディスク・ドライブの選択

CALL手順

```
MVI      C, 14…… (=0EH)
 (E)   ← ドライブNo. (0=A:, 1=B:, 2=C:……)
CALL     0005H
```

機能

このファンクション：14が実行された後の各種ファイル操作は，Eレジスタの値によって指定された（ドライブA：=00，B：=01，C：=02，……）ドライブ上で行われる．つまり，ファンクション：14によって選択されたドライブが，デフォールト・ドライブとなる．新しく選択されたドライブは，当ファンクションにより再選択が行われるか，リブートされるまでは変化しない．
ただし，ファイル操作が行われるファイルのFCB（ファイル・コントロール・ブロック）の最初のバイト（ディスク・ドライブ・コード）が〝00〟以外の場合は，その値による直接ドライブ選択の方が優先し，ファンクション：14による選択は無視される．

ファンクション：17…最初のファイル・ディレクトリのサーチ

CALL手順

```
MVI      C, 17  …… (=11H)
 (D, E)←FCBアドレス
CALL     0005H
          ↓
 (結果はAレジスタに格納されているディレクト・コード，およびDMAバッファに格納さ
れているディレクトリ内容で示される)
```

機能

(D，E) レジスタにセットされたFCBで示されるファイルをディレクトリから捜し出し，見つかった場合は，該当ファイルが含まれるディレクトリ・エントリの128バイトをDMAバッファに格納する．その場合，Aレジスタには，0，1，2，3のいずれかの値のディレクトリ・コードがセットされており，その値を32倍（RLCを5回行う）すると，DMAバッファ内の該当ファイルのディレクトリ部の先頭アドレスを知ることができる（DMAアドレスの先頭番地＋Aレジスタの値×32＝該当ファイルのディレクトリ先頭番地）．

もし，FCBで示されるファイルが見つからなかった場合は，Aレジスタに255(FFH)がセットされてCALLから戻る．

ファンクション：26…DMAアドレスのセット

CALL手順

```
MVI     C, 26  … (=1AH)
(D, E) ←DMAアドレス
CALL    0005H
```

機能

DMA (Direct Memory Address) は，ディスクのすべてのリード／ライト操作を行う場合に必要な1レコード（128バイト）の入出力バッファ・エリアのことであり，デフォールトはアドレス0080Hに設定されている．ディスクへの，どのようなリード／ライトも，必ずこのDMAバッファを通して行われる．

ファンクション：26により，任意のアドレスにDMAバッファを設定することができ，設定されたアドレスは，当ファンクションが再度実行されるか，リブートされるまでは変化しない．

実習プログラム ファンクション：14, 17, 25

ファンクション：14, 17, 26を使って，DIRコマンドの特定ファイル名サーチ(DIR x：filename . ext ↲）に相当する機能を，ユーザー・プログラムで実現する．

また，見つかったディレクトリのDMAバッファ内の位置も確認してみる(DMAアドレスは4000Hにしておく)．

このプログラムのPRN形式のソース・リストを次に示します．

```
A>TYPE 14-17-26.PRN↲

                 ;-------------------------------------------;
                 ;   FUNCTION  14: SELECT DISK               ;
                 ;             17: SEARCH FOR FIRST          ;
                 ;             26: SET DMA ADDRESS           ;
                 ;-------------------------------------------;

0100                       ORG     100H
                 START:
0100 0E09                  MVI     C,9
0102 114501                LXI     D,MSGINP
0105 CD0500                CALL    0005H
```

"文字列プリント"のシステム・コール．ドライブ名入力のメッセージ出力．

```
0108 0E01                 MVI     C,1        "コンソール入力"のシステム・コール.
010A CD0500               CALL    0005H      キーボードからドライブ名A，B，C，…を入力する.

010D E60F                 ANI     0000$1111B  A＝00，B＝01，C＝02，…に変換.
010F 3D                   DCR     A

0110 0E0E                 MVI     C,14       "ディスク・ドライブの選択"のシステム・コール.
0112 5F                   MOV     E,A        キー入力されたドライブが選択される.
0113 CD0500               CALL    0005H

0116 0E1A                 MVI     C,26       "DMAアドレスのセット"のシステム・コール.
0118 110040               LXI     D,4000H    デフォルトは80Hであるが，DDTでの確認が可
011B CD0500               CALL    0005H      能なように4000Hにしておく.

011E 0E11                 MVI     C,17       "最初のディレクトリのサーチ"のシステム・コール.
0120 115C00               LXI     D,005CH    この例では，FCBアドレスは，デフォルトの5CHに
0123 CD0500               CALL    0005H      しておく.

0126 FEFF                 CPI     255        該当ファイルがない場合は，"NAINAI"へ
0128 CA3C01               JZ      NAINAI     ジャンプ.

012B 0707070707           RLC! RLC! RLC! RLC! RLC  見つかったファイルのディレクトリの位置を
0130 329040               STA     4090H      アドレス4090Hに格納する（参考までに）.

0133 0E09                 MVI     C,9
0135 118101               LXI     D,MSGARI   "ファイルあった"のメッセージ出力.
0138 CD0500               CALL    0005H

013B C9                   RET

                NAINAI:
013C 0E09                 MVI     C,9
013E 116D01               LXI     D,MSGNAI   "ファイルない"のメッセージ出力.
0141 CD0500               CALL    0005H
0144 C9                   RET

0145 0D0A494E50 MSGINP:   DB      0DH,0AH,'INPUT DRIVE NAME ( A, B, C,...P ) -->$'
016D 0D0A0A4649 MSGNAI:   DB      0DH,0AH,0AH,'FILE NAI! NAI!',0DH,0AH,'$'
0181 0D0A0A4649 MSGARI:   DB      0DH,0AH,0AH,'FILE ATTA! ATTA!',0DH,0AH,'$'

0197                      END

A>
```

Figure-2.2.26　ファンクション：14，17，26　実習プログラムのPRN形式のソース・リスト．

上記のソース・リストからアセンブリ・ソース・ファイルを作り，アセンブルして，"14-17-26．COM"を生成して実行してみましょう．

ファンクション：14, 17, 26 実習プログラムの実行

このプログラムは，次のコマンド形式で実行されます．

14-17-26␣filename．ext ↲

"filename．ext" には，ディスク上に存在するかどうかを調べようとするファイルのフルネームをキーインします．

このコマンドを実行すると，どのドライブ上のファイルをサーチの対象とするかを問い合わせてきますので，ドライブ名のA，B，C，…をキーインします．

結果は，"あった" とか "ない" とか，メッセージにより表示されます．

実行例を次に示します．これは，ドライブB：上にファイル "PLMX．COM" がある場合のものです．

```
A>14-17-26 PLMX.COM
INPUT DRIVE NAME ( A, B, C,...P ) -->A
FILE NAI! NAI!

A>14-17-26 PLMX.COM
INPUT DRIVE NAME ( A, B, C,...P ) -->B
FILE ATTA! ATTA!

A>DDT
DDT VERS 2.2
-D4000
4000 00 58 44 49 52 20 20 20 20 C3 4F 4D 00 00 00 08 .XDIR    .OM....
4010 02 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 ................
4020 00 50 49 50 20 20 20 20 20 C3 4F 4D 00 00 00 3A .PIP     .OM...:
4030 03 04 05 06 07 08 09 0A 00 00 00 00 00 00 00 00 ................
4040 00 50 4C 4D 58 20 20 20 20 C3 4F 4D 00 00 00 34 .PLMX    .OM...4
4050 0B 0C 0D 0E 0F 10 11 00 00 00 00 00 00 00 00 00 ................
4060 00 50 4C 4D 4C 45 58 20 20 D0 4C 4D 00 00 00 29 .PLMLEX  .LM...)
4070 12 13 14 15 16 17 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 ................
4080 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 ................
4090 40 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 @...............
40A0 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 ................
40B0 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 ................
-
```


Figure-2.2.27　ファンクション：14, 17, 26 実習プログラムの実行と，DMAバッファのDDTによるダンプ．

もう1つの実験として〝filename．ext″にドライブ名を付け，〝x：filename．ext″として実行するとどうなるでしょう．

〝x：filename．ext″に付けたドライブx：が優先して，この後ドライブ名入力は，何を入力しても無視されることが確認できます．各自試みて下さい．

ファンクション：15，20の実習

ファンクション：15…ファイルのオープン

CALL手順

MVI　　C，15……（＝0FH）
（D，E）←FCBアドレス
CALL　　0005H

（オープンが正常に行われた時　Aレジスタ＝00～03，オープンができなかった時　Aレジスタ＝255＝FFHとなる）

機能

（D，E）レジスタで示されるFCBアドレスのファイル名を，該当ディスク上のディレクトリから捜し，一致するファイルがあれば，そのディレクトリ・データ（d0～dnフィールド）をメモリ上のFCBにコピーし，今後のリード／ライト操作を可能にする．このことをファイルがオープンされたと言い，正常にオープンされた場合は，Aレジスタには00～03の値（ディレクトリ・コード）がセットされており，もしファイルが見つからずオープンできなかった場合は，Aレジスタには255＝FFHがセットされる．FCBのファイル名に，ファイル・マッチ記号〝*″および〝?″を使用することもできる．ただし，ディレクトリ内の最初にマッチしたファイルがオープンされる．

ファンクション：20…シーケンシャル・リード

CALL手順

MVI　　C，20　…（14H）
（D，E）←FCBアドレス
CALL　　0005H

（結果は，FCBの〝cr″フィールドで示されるレコード（128バイト）が，DMAバッファに読み出される）

(Aレジスタが00の時は，リードが正常に行われた場合．00でない時は，ファイルが終了した場合．)

機能

(D，E) レジスタでアドレスされるFCBが示す，ファイルのFCB内〝cr〟フィールドで示される1レコード（128バイト）を読み出して，DMAバッファに格納する．〝cr〟の値は，自動的に1だけインクリメントされ，次のレコードを示すように更新される．現在のロジカル・エクステント（8インチ標準ディスケットでは，16Kバイトが1ロジカル・エクステント）のリードが終了し，まだファイルが続く場合は，自動的に次のロジカル・エクステントがオープンされ，〝cr〟が00にセットされる．

このファンクション：20を実行するには，事前にFCBアドレスを指定してファイルをオープンし，DMAアドレスをセットしておかなければならない(DMAアドレスをセットしない場合は，デフォールトの80H～FFHがDMAバッファとなる)．さらに，ファイルの最初からリードを行う場合には，〝cr〟フィールドを00にセットする必要がある．

1レコードのリードが正常に行われた場合，Aレジスタには00が格納されており，エンド・オブ・ファイル（ファイル終了）となった場合は，00以外の値が格納される．これにより，ファイルが終了したことを知ることができる．

リードのみを行うのであれば，オープンしたファイルはクローズする必要はなく，そのままプログラムを終了してよい．

実習プログラム ファンクション：15，20

アスキー・ファイルをタイプアウトするTYPEコマンドに相当するプログラムを作成する．
FCBアドレスはデフォールトの5CH，DMAアドレスは特にセットせず，デフォールトの80Hを使用する．

このプログラムのPRN形式のソース・リストを次に示します．

```
A>TYPE 15-20.PRN

                ;----------------------------------------------------;
                ;   FUNCTION   15: OPEN FILE                         ;
                ;              20: READ SEQUENTIAL                   ;
                ;----------------------------------------------------;

0100                     ORG      100H
                START:
```

```
0100 0E0F                MVI    C,15        "ファイルのオープン"のファンクション・コール．
0102 115C00              LXI    D,005CH     この例では，FCBアドレスはデフォールトの
0105 CD0500              CALL   0005H       5CH番地にしておく．

0108 FEFF                CPI    255         該当ファイルが存在せず，ファイルのオープ
010A CA3101              JZ     OPNERR      ンができなかった場合は，"OPNERR"へジャ
                                            ンプする．

010D AF                  XRA    A           ファイルがオープンされたので，次のシーケ
010E 327C00              STA    5CH+32      ンシャル・リードに備えて，FCBのcrフィール
                                            ド(5CH+32番地)を0にする．
               NXTREC:
0111 0E14                MVI    C,20        "シーケンシャル・リード"のファンクション
0113 115C00              LXI    D,005CH     ・コール．FCBアドレスは同じく5CHとする．
0116 CD0500              CALL   0005H

0119 FE00                CPI    0           ファイルの最終が来たかどうかのチェック．
011B C0                  RNZ                シーケンシャル・リードを終了した場合は，
                                            本プログラムを終わり，CP/Mに戻る．

011C 218000              LXI    H,0080H     …シーケンシャル・リードのためのDMAバッフ
               SCROUT:                      ァは，デフォールトの80H番地である．
011F 0E02                MVI    C,2
0121 5E                  MOV    E,M         DMAバッファに格納されている1レコード
0122 E5                  PUSH   H           (128バイト)ごとのファイル内容を，次々とコ
0123 CD0500              CALL   0005H       ンソールに出力する．
0126 E1                  POP    H

0127 23                  INX    H
0128 7D                  MOV    A,L         128バイトをコンソールに出力し終えたかのチ
0129 FE00                CPI    0           ェック．1レコード分をコンソールに出力し
012B C21F01              JNZ    SCROUT      終えたら，次のレコードをリードするため，
012E C31101              JMP    NXTREC      "NXTREC"にジャンプする．

               OPNERR:
0131 0E09                MVI    C,9         該当ファイルが存在していないなどで，ファ
0133 113A01              LXI    D,MSGERR    イルがオープンできなかった時は，"ファイル
0136 CD0500              CALL   0005H       がない"のメッセージを出力する．
0139 C9                  RET

013A 0D0A0A4649 MSGERR:  DB     0DH,0AH,0AH,'FILE GA NAI',0DH,0AH,'$'

014B                     END

A>
```

Figure-2.2.28　ファンクション：15，20　実習プログラムのPRN形式のソース・リスト．

上記ソース・リストからアセンブリ・ソース・ファイルを作り，アセンブルし，"15-20．COM" を生成して実行してみましょう．

ファンクション：15,20実習プログラムの実行

このプログラムを実行するためのコマンド形式は，

15-20␣x：filename．ext ↵

であり，TYPEコマンドと同様です．

次に，自分自身のソース・ファイル〝15-20．ASM〞をタイプアウトする実行例を示します．

```
A>15-20 15-20.ASM ↲  …ログイン・ディスク上の自分自身のソース・ファイル"15-20.ASM"を
                       タイプアウトする.
;-----------------------------------------------------------;
;   FUNCTION    15: OPEN FILE                               ;
;               20: READ SEQUENTIAL                         ;
;-----------------------------------------------------------;

        ORG     100H
START:
        MVI     C,15
        LXI     D,005CH
        CALL    0005H

        CPI     255
        JZ      OPNERR
            .
            .                        TYPEコマンドと同様に，アスキー・ファイルが
            .                        タイプアウトされている.
        JNZ     SCROUT
        JMP     NXTREC

OPNERR:
        MVI     C,9
        LXI     D,MSGERR
        CALL    0005H
        RET

 MSGERR:  DB    0DH,0AH,0AH,'FILE GA NAI',0DH,0AH,'$'

        END
A>
```

Figure-2.2.29　ファンクション：15，20　実習プログラムの実行例．

```
A>15-20 B:15-20.ASM ↲  …ドライブB：上のファイル"15-20.ASM"をタイプアウトする.

FILE GA NAI …該当ファイルはドライブB：上にはなかった.

A>
```

Figure-2.2.30　指定したファイルが存在していなかった場合．

タイプアウトしようとするファイルの頭に，任意のドライブ名を指定することができますので，試みて下さい．

注） タイプアウトされたファイルの最後に，スクリーンがクリアされてしまうことなどがありますが，これは，当プログラムの簡素化のために，ファイルの最終のデータ〝1AH〞を検出せずに，これ以降も最終レコードの128バイトを全部スクリーンに出力してしまうためです．

ファンクション：16,19,21,22の実習

ファンクション：16…ファイルのクローズ

CALL手順

```
MVI      C，16…（＝10H）
 (D，E)←FCBアドレス
CALL     0005H
```

（ファイルのクローズが正常に行われた場合，Aレジスタ＝0，1，2，3のいずれかである．クローズしようとするファイルがない場合は，Aレジスタ＝255＝FFHとなる）

機能

ファイルのオープン（ファンクション：15），あるいはファイルの作成（ファンクション：22）のファンクションがすでに実行されており，FCBで示されるファイルに何らかの書き込みが行われた場合，データは，そのつど，1レコードずつディスクに書き込まれて行くが，ディスク上のディレクトリ部に関しては，何も更新されていない．そこで書き込み操作を全部終了した最後の時点で，クローズ・ファンクションを実行し，現在のメモリ上のFCBの内容をディスク上の該当ディレクトリに書き込み，ディレクトリを更新して，新しいファイルとして完成させなければならない．読み出しのみのファイル操作では，オープンしたファイルをクローズする必要はない．
クローズのファンクションが正常に行われた場合，Aレジスタには，ディレクトリ・コードの0，1，2，3のいずれかの値が格納されている．クローズするファイルが存在せず，クローズできなかった場合は，AレジスタはFFHが格納されている．

ファンクション：19…ファイルのデリート

CALL手順

```
MVI      C，19……（＝13H）
 (D，E)  ←FCBアドレス
CALL     0005H
```

（該当ファイルの削除が行われた場合は，Aレジスタ＝0，1，2，3いずれかの値が格納されており，該当ファイルがなかった場合は，Aレジスタ＝255＝FFHとなる）

機能

(D，E）レジスタでアドレスされるFCBが示すファイルをディスク上から削除する．ファイル名には

ファイル・マッチ記号〝?〞や〝*〞を使用することができる．また，ドライブ・コード〝dr〞にドライブNo.を指定することにより，任意のドライブ上のファイルを削除することができる．
該当ファイルが削除された場合は，Aレジスタ＝0，1，2，3の，いずれかのディレクトリ・コードが格納されている．該当ファイルが存在せず，削除が行われなかった場合は，Aレジスタ＝255＝FFHが格納されている．

ファンクション：21…シーケンシャル・ライト

CALL手順

```
MVI        C, 21……（=15H）
 (D, E)←FCBアドレス
CALL       0005H
```

（書き込みが正常に行われた場合，Aレジスタ＝00，ディスクがフルで書き込みができなかった場合は，Aレジスタは，00以外の値が格納されている）

機能

ファンクション：20のシーケンシャル・リードと，逆の動作を行う．
(D，E)レジスタでアドレスされるFCBが示すファイルのレコード(〝cr〞フィールドが示す)に，DMAバッファの128バイトが書き込まれる．〝cr〞の値は自動的に1だけインクリメントされ，次のレコードの書き込みに備えられる．
現在のロジカル・エクステント（1ロジカル・エクステントは，8インチ標準ディスケットの場合，16Kバイト）がフルになった場合（〝cr〞がオーバ・フローした場合)，自動的に次のロジカル・エクステントがオープンされ，〝cr〞の値が00にリセットされる．
当ファンクション：21を実行するには，事前に〝ファイルのオープン〞あるいは〝ファイルの作成〞ファンクションを実行しておかなければならない．
書き込みが正常に行われた場合，Aレジスタには00が格納されており，ディスクがフルになり，書き込みができなかった場合は，Aレジスタには00以外の値が格納されている．

ファンクション：22…ファイルの作成

CALL手順

```
MVI        C, 22……（=16H）
 (D, E)←FCBアドレス
CALL       0005H
```

（ファイルの作成が行われた場合は，Aレジスタ＝0，1，2，3のいずれか，作成ができなかった場合，Aレジスタ＝255＝FFHが格納されている）

機能

(D，E) レジスタでアドレスされるFCB上のファイル名を持つファイル（内容はまだ空）を作成する．つまり，新ファイルのディレクトリをディスクに登録する．

作成しようとする新ファイル名は，同一ディスク上にあるファイルと同じファイル名を使ってはいけない．ファイル名が同じものが2つできてしまい，おかしなことになってしまう．このようなことを避けるため，PIPやSAVEコマンドで経験されているように，通常は，すでに存在するファイルと同一名のファイルを，事前にファンクション：19で削除してから，〝ファイルの作成〟を実行する．あるいは，EDで行われているようなファイル名のエクステンションを〝．$$$〟や〝．BAK〟などに変更するのもよい．

当ファンクションを実行して，ファイルの作成ができた場合は，Aレジスタには，0，1，2，3いずれかが，また，ファイルの数が制限いっぱいでファイルが作成できなかった場合は，255＝FFHがディレクトリ・コードとして格納される．

〝ファイルの作成〟によりファイルができると，そのファイルはすでにオープンされた状態にあり，自由にリード／ライト可能である．〝ファイルのオープン〟のファンクションを再度実行する必要はない．

実習プログラム ファンクション：16, 19, 21, 22, (20)

PIPコマンドに相当するような，ファイル・コピーのプログラムを作成する．
PIPは一度に16Kバイト分ディスクから読み出しバッファリングするが，当プログラムでは1レコード（128バイト）ずつの〝読み出し→書き込み〟を行いながらコピーを進める．

このプログラムのPRN形式のソース・リストを次に示します．

```
A>TYPE 19-21-22.PRN

                ;----------------------------------------;
                ;   FUNCTION  16: CLOSE FILE             ;
                ;             19: DELETE FILE            ;
                ;             21: WRITE SEQUENTIAL       ;
                ;             22: MAKE FILE              ;
                ;----------------------------------------;

0100                      ORG     100H
005C =          FCB$D     EQU     005CH   デスティネーション側のFCBアドレスは，デフォールトの5CHに設定．
01FF =          FCB$S     EQU     FCB$S   ソース側のFCBアドレスは，当プログラムの最後部に設定．
```

```
                 START:
0100 0E10                MVI      C,10H
0102 216C00              LXI      H,FCB$D+10H
0105 11FF01              LXI      D,FCB$S
0108 7E          FCBS$MOV: MOV    A,M
0109 12                  STAX     D
010A 23                  INX      H
010B 13                  INX      D
010C 0D                  DCR      C
010D C20801              JNZ      FCBS$MOV
```

アドレス5CHからのFCB内のセカンド・ファイル名(アドレス6CHから格納されている)を,ソース側のFCBアドレスに転送.

```
0110 0E0F                MVI      C,15
0112 11FF01              LXI      D,FCB$S
0115 CD0500              CALL     0005H
0118 FEFF                CPI      255
011A CA5601              JZ       OPNERR
```

ソース側のFCBで示されるファイルをオープンする.オープンしようとするファイルがない場合は,"OPNERR"へジャンプ.

```
011D 0E13                MVI      C,19
011F 115C00              LXI      D,FCB$D
0122 CD0500              CALL     0005H
```

デスティネーション側(新しく生成する側)のFCBで示されるファイルと同一名のファイルが存在していれば,そのファイルを削除する.

```
0125 0E16                MVI      C,22
0127 115C00              LXI      D,FCB$D
012A CD0500              CALL     0005H
012D FEFF                CPI      255
012F CA5C01              JZ       MAKERR
```

デスティネーション側のFCBで示されるファイルを新たに作成する(と同時に,オープン状態になる).ファイル数が制限いっぱいの場合は,"MAKERR"へジャンプ.

```
0132 AF                  XRA      A
0133 321F02              STA      FCB$S+32
0136 327C00              STA      FCB$D+32
```

両方のFCBのレコード・カウント("cr"フィールド)を00にセットする.

```
                 NXTREC:
0139 0E14                MVI      C,20
013B 11FF01              LXI      D,FCB$S
013E CD0500              CALL     0005H
0141 FE00                CPI      0
0143 C26801              JNZ      CPYEND
```

ソース・ファイルを1レコード読み出す.DMAアドレスはデフォールト値の80Hであるので読み出されたデータは80H~FFHに格納される.ファイル・エンドになった場合は,"CPY END"へジャンプ.

```
0146 0E15                MVI      C,21
0148 115C00              LXI      D,FCB$D
014B CD0500              CALL     0005H
014E FE00                CPI      0
0150 C26201              JNZ      WRTERR
0153 C33901              JMP      NXTREC   ...... 次のレコードの読み出しへループ.
```

DMAバッファの1レコード分をディスクに書き込む.ディスクがフルになって空きスペースがない場合は,"WRTERR"へジャンプ.

```
                 OPNERR:
0156 118401              LXI      D,MSGSER
0159 C37E01              JMP      MSGOUT
```

ソース・ファイルがない場合のエラー・メッセージ出力.

```
                 MAKERR:
015C 119C01              LXI      D,MSGMER
015F C37E01              JMP      MSGOUT
```

ファイルの数が制限いっぱいの場合のエラー・メッセージ出力.

```
                 WRTERR:
0162 11BA01              LXI      D,MSGWER
0165 C37E01              JMP      MSGOUT
```

ディスクがフルになり,空きエリアがない場合のエラー・メッセージ.

```
                 CPYEND:
0168 0E10                MVI      C,16
016A 115C00              LXI      D,FCB$D
016D CD0500              CALL     0005H
0170 FEFF                CPI      255
0172 CA7B01              JZ       CLSERR
```

コピーの書き込みが全部終了したので,デスティネーション・ファイルをクローズする.クローズできない場合は,"CLSERR"へジャンプ.

```
0175 11E901              LXI      D,MSGEND
0178 C37E01              JMP      MSGOUT
```

コピー作業終了のメッセージ出力.

```
                 CLSERR:
017B 11D101              LXI      D,MSGCER ...... クローズ・エラーのメッセージ出力.
```

```
                MSGOUT:
017E 0E09                   MVI     C,9
0180 CD0500                 CALL    0005H          }メッセージ出力のサブルーチン.
0183 C9                     RET

0184 0D0A0A534F MSGSER:  DB      0DH,0AH,0AH,'SOURCE FILE GA NAI',0DH,0AH,'$'
019C 0D0A0A4649 MSGMER:  DB      0DH,0AH,0AH,'FILE DIRECTORY GA MANPAI',0DH,0AH,'$'
01BA 0D0A0A4449 MSGWER:  DB      0DH,0AH,0AH,'DISK SPACE GA NAI',0DH,0AH,'$'
01D1 0D0A0A4649 MSGCER:  DB      0DH,0AH,0AH,'FILE CLOSE DEKINAI',0DH,0AH,'$'
01E9 0D0A0A434F MSGEND:  DB      0DH,0AH,0AH,'COPY DEKIMASHITA',0DH,0AH,'$'

01FF            FCB$S:  DS      0FH

020E                    END

A>
```

Figure-2.2.31　ファンクション：16, 19, 21, 22　実習プログラムのPRN形式のソース・リスト．

上記ソース・リストからアセンブリ・ソース・ファイルを作り，アセンブルし，"19-21-22．COM"を生成して実行してみましょう．

ファンクション：16, 19, 21, 22実習プログラムの実行

当プログラムを実行するためのコマンドの書式を次に示します．

19-21-22␣x：filename1．ext␣x'：filename2．ext ↵
　　　　（新しく生成される側）　　（ソース側）

このコマンドを実行することにより，ドライブx'：上のファイル "filename2．ext" が，ドライブx：上にファイル "filename1．ext" としてコピーされます．

実行例として，ドライブA：上のファイル"DUMP．ASM"を，ドライブB：上に，ファイル名を"DUMPCPY．ASM" としてコピーした例を示します．

```
A>19-21-22 B:DUMPCPY.ASM DUMP.ASM↵ …filename 1 とfilename2の順序に注意.

COPY DEKIMASHITA …コピーが完了したメッセージ.

A>DIR B:DUMPCPY.ASM↵ …ドライブB：上に"DUMPCPY.ASM"としてコピーされたファイルの確認.
B: DUMPCPY  ASM …ファイルが作られていた.

A>TYPE B:DUMPCPY.ASM↵ ……新しく作られたファイルの内容の確認.
```

```
;        FILE DUMP PROGRAM, READS AN INPUT FILE AND PRINTS IN HEX
;
;        COPYRIGHT (C) 1975, 1976, 1977, 1978
;        DIGITAL RESEARCH
;        BOX 579, PACIFIC GROVE
;        CALIFORNIA, 93950
;
         ORG     100H
BDOS     EQU     0005H   ;DOS ENTRY POINT
CONS     EQU     1       ;READ CONSOLE
TYPEF    EQU     2       ;TYPE FUNCTION
PRINTF   EQU     9       ;BUFFER PRINT ENTRY
BRKF     EQU     11      ;BREAK KEY FUNCTION (TRUE IF CHAR READY)
OPENF    EQU     15      ;FILE OPEN
READF    EQU     20      ;READ FUNCTION
          .
          .
          .
          .
          .
          .
OPNMSG:  DB      CR,LF,'NO INPUT FILE PRESENT ON DISK$'

;        VARIABLE AREA
IBP:     DS      2       ;INPUT BUFFER POINTER
OLDSP:   DS      2       ;ENTRY SP VALUE FROM CCP
;
;        STACK AREA
         DS      64      ;RESERVE 32 LEVEL STACK
STKTOP:
;
         END

A>
```

正しくコピーされている.

このように，新しくコピーされたファイルは，オリジナルの"DUMP.ASM"と同一であることが確認された．

Figure-2.2.32　ファンクション：16，19，21，22　実習プログラムの実行とその確認．

実行する際には，ソース側とオブジェクト側（新しく生成される側）のファイル名を逆に指定しないように注意して下さい．1レコード（128バイト）ずつリード／ライトが行われますので，ドライブがせわしなく動作しますがあしからず．

また，オブジェクト側に，すでに存在しているファイルと同一名を指定して実行した場合，元あったファイルが削除されて，新しくコピーされたものになっていることも確認して下さい．

ファンクション：18の実習

ファンクション：18…次のファイル・ディレクトリのサーチ

CALL手順

```
MVI     C, 18……（＝12H）
CALL    0005H
```

↓

（結果はAレジスタに格納されているディレクトリ・コード，およびDMAバッファに格納されているディレクトリの内容で示される）

機能

前回のサーチで一致したファイルから後の部分のディレクトリを対象に，ファイルを捜す．その他のことは，ファンクション：17「最初のファイル・ディレクトリのサーチ」と全く同一である．

実習プログラム　ファンクション：18,(17)

DIRコマンドに相当するプログラムを作成する．ファンクション：17の「最初のサーチ」を作って，最初に一致したファイル名をタイプアウトし，その後はファンクション：18の「次のサーチ」を使って，一致したファイル名を次々とタイプアウトする．

このプログラムのPRN形式のソース・リストを次に示します．

```
A>TYPE 17-18.PRN ↲


                  ;-----------------------------------------------;
                  ;    FUNCTION  17: SEARCH FOR FIRST             ;
                  ;              18: SEARCH FOR NEXT              ;
                  ;-----------------------------------------------;

 0100                       ORG     100H
                  START:
 0100 0E11                  MVI     C,17      ┐ "最初のファイルのサーチ"のシステム・コール,
 0102 115C00                LXI     D,005CH   │ FCBアドレスはデフォールトの5CHとする.
 0105 CD0500                CALL    0005H     ┘

 0108 FEFF                  CPI     255       ┐ ファイルが見つからない場合は,"NOFILE"
 010A CA4301                JZ      NOFILE    ┘ へジャンプ.
```

```
                  NXTFILE:
010D 0707070707           RLC! RLC! RLC! RLC! RLC
0112 5F                   MOV     E,A        見つかったファイル・ディレクトリの，DMA
0113 1600                 MVI     D,0        バッファ内(デフォールトの80H～FFH)のア
0115 218000               LXI     H,0080H    ドレスを求める.
0118 19                   DAD     D
0119 23                   INX     H     ……ドライブNo.("dr"フィールド)はここでは省略.

011A 060B                 MVI     B,11  ……ファイル名"××××××××(.)×××"で11文字.

                  OUTLP:
011C C5E5                 PUSH B! PUSH H
011E 0E02                 MVI     C,2        DMAバッファ内の求められたアドレス(見つ
0120 5E                   MOV     E,M        かったファイル名のエリア)から，1文字ずつ
0121 CD0500               CALL    0005H      出力.
0124 E1C1                 POP H! POP B       "コンソールへの出力"ファンクションを使用.

0126 23                   INX     H          11文字出力したかどうかの判断ルーチン.
0127 05                   DCR     B          11文字分ループする.
0128 C21C01               JNZ     OUTLP

012B 0E09                 MVI     C,9
012D 117301               LXI     D,MSGCL    復帰・改行を出力.
0130 CD0500               CALL    0005H

0133 0E12                 MVI     C,18       "次のファイルのサーチ"のシステム・コール.
0135 CD0500               CALL    0005H      FCBアドレスは同じくデフォールトの5CH.

0138 FEFF                 CPI     255        一致するファイルがさらにあれば"NXTFILE"
013A CA4901               JZ      ENDFILE    へジャンプして，ファイル名をタイプアウト.
013D C30D01               JMP     NXTFILE    なければ"ENDFILE"へジャンプ.


                  NOFILE:
0140 0E09                 MVI     C,9
0142 115201               LXI     D,MSGNOF   "ファイルがない"のメッセージ出力ルーチン.
0145 CD0500               CALL    0005H
0148 C9                   RET


                  ENDFILE:
0149 0E09                 MVI     C,9        "ファイル終り"のメッセージを出力して，当
014B 116001               LXI     D,MSGED    プログラムを終了し，CP/Mに戻る.
014E CD0500               CALL    0005H
0151 C9                   RET

0152 0D0A0A4649 MSGNOF:   DB      0DH,0AH,0AH,'FILE NAI',0DH,0AH,'$'
0160 0D0A0A4649 MSGED:    DB      0DH,0AH,0AH,'FILE OWARI',0DH,0AH,'$'
0170 0D0A24     MSGCL:    DB      0DH,0AH,'$'
```

Figure-2.2.33　ファンクション：18, 17　実習プログラムのPRN形式のソース・リスト.

上記ソース・リストからアセンブリ・ソース・ファイルを作り，アセンブルして，"17-18．COM"を生成し実行してみましょう.

ファンクション：18, 17 実習プログラムの実行

当プログラムは，次のコマンド形式で実行します．

1) 17-18␣x：filename．ext ↲……ドライブx：上の特定のファイル名をタイプアウト．
2) 17-18␣x：filemach ↲……ドライブx：上のファイル・マッチするファイル名をすべてタイプアウト．

次に実行例を示します．

```
A>17-18 PIP.COM ↲   …ログイン・ディスク上のファイル"PI P.COM"を捜す.

PIP      COM ……ファイルは存在していた.

FILE OWARI
A>
```

Figure-2.2.34　ファンクション：18, 17　実習プログラムの実行．

```
A>17-18 B:*.COM ↲  …ファイル・マッチ記号を使って，ドライブB：上のエクステンションが
                     "COM"であるファイルを捜す.
COBOL    COM
RUNA     COM
CONFIG   COM   これだけあった.
FILEMARKCOM

FILE OWARI
A>
```

Figure-2.2.35　プライマリ・ネームにファイル・マッチ記号を使用した実行例．

```
A>17-18 B:*.* ↲  …ファイル・マッチ記号を使って，ドライブB：上のすべてのファイルを捜す.

COBOL    COM
COBOL    IO1
COBOL    IO2
COBOL    IO3
COBOL    IO4
RUNA     COM
CONFIG   COM   すべてのファイルがタイプアウトされた.
PI       CBL
STOCK1   CBL
STOCK2   CBL
CALL     ASM
CALL     PRN
CALL     HEX
FILEMARKCOM
```

```
FILE OWARI
A>
```

Figure-2.2.36　ファイル・マッチ記号だけを使用した実行例

このように，タイプアウトされたファイル名の頭にドライブ名は付きませんが，DIRコマンドと同様な働きをします（CP／M　version1.4のDIRは，上記実行例のように縦一列にファイル名が並んだ）．

ファイル・マッチ記号の〝？〟を使った例も実験してみて下さい．

ファンクション：23の実習

ファンクション：23…ファイル名の変更

CALL手順

MVI　　C，23……（17H）
（D，E）←CBアドレス
CALL　　0005H

（Aレジスタ＝0，1，2，3のいずれか．……変更が正常に行われた場合．
　Aレジスタ＝255＝FFH．……目的のファイルが存在しなかった場合）

機能

（D，E）レジスタでアドレスされるFCB内の1stファイル名（dr～t3フィールド）を，2ndファイル名（d_0～d_{15}フィールド）に変更する．

ディスク・ドライブの選択は，旧ファイル名となる1stファイル名の頭に付けられるドライブ・コード〝dr〟によって行われ，新ファイル名のドライブ・コード〝d_0〟は，値が入っていても無視される．

ファンクション終了時，ファイル名の変更が正常に行われた場合は，Aレジスタには0，1，2，3いずれかのディレクトリ・コードが格納され，変更しようとする目的のファイル（1stファイル名）が存在しなかった場合は，255＝FFHが格納される．

実習プログラム ファンクション：23

RENコマンドに相当するプログラムを作成する．

このプログラムのPRN形式のソース・リストを次に示します．

```
A>TYPE 23.PRN ↲


                        ;-------------------------------------------------;
                        ;    FUNCTION  23: RENAME FILE                    ;
                        ;-------------------------------------------------;
 0100                           ORG     100H
                        START:
 0100 0E17                      MVI     C,23
 0102 115C00                    LXI     D,005CH
 0105 CD0500                    CALL    0005H

 0108 3C                        INR     A
 0109 CA1501                    JZ      ERR

 010C 0E09                      MVI     C,9
 010E 111E01                    LXI     D,MSGOK
 0111 CD0500                    CALL    0005H
 0114 C9                        RET

                        ERR:
 0115 0E09                      MVI     C,9
 0117 112501                    LXI     D,MSGERR
 011A CD0500                    CALL    0005H
 011D C9                        RET

 011E 0D0A4F4B0D MSGOK:  DB     0DH,0AH,'OK',0DH,0AH,'$'
 0125 0D0A455252 MSGERR: DB     0DH,0AH,'ERROR',0DH,0AH,'$'

 012F                           END
A>
```


Figure-2.2.37　ファンクション：23　実習プログラムのPRN形式のソース・リスト．

上記ソース・リストからアセンブリ・ソース・ファイルを作り，アセンブルし，"23．COM" を生成して実行してみましょう．

ファンクション：23　実習プログラムの実行

当プログラムは，次のコマンド形式で実行します．

23␣x：oldfilename．ext␣newfilename．ext ↲……ドライブx：上の "旧ファイル名" を，"新ファイル名" に変更する．

RENコマンドとは，新・旧ファイルの順序が異なりますので注意して下さい．実行例を次に示します．

```
A>DIR ↲ …実習プログラム実行前の全ファイルを確認しておく.

A: SC       COM : SC       OVL : INSTALL  COM : INSTALL  DAT
A: INSTALL  OVL : BALANCE  CAL : BARRIER  CAL : BRKEVN   CAL
A: INSTALL  SUB : 23       COM
A>
                    ↖実習プログラム.
```

Figure-2.2.38　実行前のオリジナル・ディスケットの全ファイルをタイプアウトして確認しておく

```
A>23 SC.COM SUPERCAL.COM ↲ …"SC.COM"➡"SUPERCAL.COM"にリネームする.

OK …正常に変更が行われたメッセージ.

A>
```

Figure-2.2.39　ファンクション23　実習プログラムの実行例①.

```
A>DIR ↲ ……結果の確認.

A: SUPERCAL COM : SC       OVL : INSTALL  COM : INSTALL  DAT
A: INSTALL  OVL : BALANCE  CAL : BARRIER  CAL : BRKEVN   CAL
A: INSTALL  SUB : 23       COM
A>
        リネームされている.
```

Figure-2.2.40　実行例①の結果の確認.

```
A>B: ↲ ……ログイン・ディスクをB：にチェンジ.
B>A:23 A:SC.OVL C:SUPERCAL.OVL ↲ …ドライブA：上の"SC.OVL"を,ドライブ名"C："を付けた
                                   "SUPERCAL.OVL"にリネームする.
                                   (2ndファイルのドライブ名は無視されることの確認のため)
OK …正常に変更が行われた
    メッセージ.

B>
```

Figure-2.2.41　ファンクション：23　実習プログラムの実行例②.

```
B>DIR A: ↲ ……結果の確認.       リネームされている.
                              このように2ndファイルのドライブ名は無視される.
A: SUPERCAL COM : SUPERCAL OVL : INSTALL  COM : INSTALL  DAT
A: INSTALL  OVL : BALANCE  CAL : BARRIER  CAL : BRKEVN   CAL
A: INSTALL  SUB : 23       COM
B>
```

Figure-2.2.42　実行例②の結果の確認.

ファンクション：24,25の実習

ファンクション：24…ログイン・ベクトルの取り出し

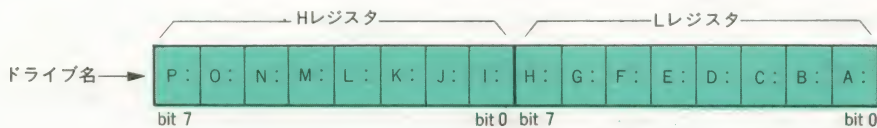
CALL手順

```
MVI      C，24……（＝18H）
CALL     0005H
          ↓
（H.Lレジスタのログイン・ベクトルが格納されている）
```

機能

現在，オンラインとなっているディスク・ドライブのベクトルを報告する．〝オンラインとなっている〞とは，CP／Mの起動，あるいはリブート以後にログインされたドライブ，もしくは自動ディスク・セレクト（FCBの〝dr〞フィールドによる）されたことのあるドライブのことで，これらのドライブは，それぞれのディレクトリ情報がCP／Mに登録済である．

分かりやすい例では，STATコマンドを〝STAT ⏎〞と実行した場合に結果が表示されるドライブが，オンラインとなっているドライブである．

取り出されたベクトルは，（H，L）レジスタに次のように格納されている．

それぞれのビットが｛0：オフライン　1：オンライン｝のドライブである．

ファンクション：25…ログイン・ディスクNo.の取り出し

CALL手順

```
MVI      C，25……（＝19H）
CALL     0005H
          ↓
（Aレジスタにログイン・ディスクNo.が格納されている）
```

機能

現在選択されているディスク（ログイン・ディスクとか，カレント・ディスクとか呼ぶ）のNo.を報告する．

Aレジスタの値が0の場合ドライブA：，1の場合B：，……15の場合：Pとなる．

実習プログラム ファンクション：25, 26

現在のログイン・ベクトルとログイン・ディスクNo.を取り出して，ログイン・ベクトルが格納されている（H，L）レジスタのビット状態を表示し，ログイン・ディスクNo.が格納されているAレジスタの値を表示する．

このプログラムPRN形式のソース・リストを次に示します．

```
A>TYPE 24-25.PRN ↲

                  ;--------------------------------------------------;
                  ;    FUNCTION  24:  RETURN LOGIN VECTOR              ;
                  ;              25:  RETURN CURRENT DISK              ;
                  ;--------------------------------------------------;

0100                        ORG     100H
                  START:
0100 319601                 LXI     SP,STACK ……当プログラムは，スタックが深くなるので，
                                              新たに設定する．
0103 CD5201                 CALL    CRLFOUT ……復帰・改行をしておく．

0106 0E18                   MVI     C,24     ｝"ログイン・ベクトルの取り出し"のシステム・
0108 CD0500                 CALL    0005H    ｝コール．
                                              H,Lレジスタにベクトルが得られる．

010B 7C                     MOV     A,H      ｝Hレジスタのビット・パターンを出力．
010C CD2C01                 CALL    BITOUT   ｝
010F 1E24                   MVI     E,'$'    ｝Hレジスタと Lレジスタを区別するために
0111 CD4601                 CALL    CONOUT   ｝"$"記号を出力．
0114 7D                     MOV     A,L      ｝Lレジスタのビット・パターンを出力．
0115 CD2C01                 CALL    BITOUT   ｝

0118 CD5201                 CALL    CRLFOUT  ｝復帰・改行を2回出力．
011B CD5201                 CALL    CRLFOUT  ｝

011E 0E19                   MVI     C,25     ｝"ログイン・ディスクNo.の取り出し" のシステ
0120 CD0500                 CALL    0005H    ｝ム・コール．ドライブNo.がAレジスタに得ら
                                              れる．
0123 CD5D01                 CALL    HEXDSPLY ……Aレジスタの値を16進表示．
0126 CD5201                 CALL    CRLFOUT  ……復帰・改行を出力．

0129 C30000                 JMP     0000H    ……リブートしてCP／Mに戻る．
```

```
                    BITOUT:
012C 0608                   MVI     B,8
012E 07             LOOP:   RLC
012F DA3C01                 JC      OUT1
0132 1E30                   MVI     E,'0'
0134 CD4601                 CALL    CONOUT
0137 05                     DCR     B
0138 C22E01                 JNZ     LOOP
013B C9                     RET
                    OUT1:
013C 1E31                   MVI     E,'1'
013E CD4601                 CALL    CONOUT
0141 05                     DCR     B
0142 C22E01                 JNZ     LOOP
0145 C9                     RET
```

Aレジスタの値を，0－1のビット・パターンで表示するサブルーチン．
ビット7が左側，ビット0が右側として，1回に1ビットずつ順に出力される．

```
                    CONOUT:
0146 F5C5E5                 PUSH PSW! PUSH B! PUSH H
0149 0E02                   MVI     C,2
014B CD0500                 CALL    0005H
014E E1C1F1                 POP H! POP B! POP PSW
0151 C9                     RET
```

Eレジスタが持つアスキー・コードを，コンソールに出力するサブルーチン．

```
                    CRLFOUT:
0152 1E0D                   MVI     E,0DH
0154 CD4601                 CALL    CONOUT
0157 1E0A                   MVI     E,0AH
0159 CD4601                 CALL    CONOUT
015C C9                     RET
```

復帰・改行を出力するサブルーチン．

```
                    HEXDSPLY:
015D F5                     PUSH    PSW
015E 0F0F0F0F               RRC! RRC! RRC! RRC
0162 CD6601                 CALL    HOUT1
0165 F1                     POP     PSW
0166 E60F           HOUT1:  ANI     0FH
0168 C630                   ADI     30H
016A FE3A                   CPI     3AH
016C DA7101                 JC      HOUT2
016F C607                   ADI     7
0171 5F             HOUT2:  MOV     E,A
0172 CD4601                 CALL    CONOUT
0175 C9                     RET
```

Aレジスタの値を16進でコンソールに出力するサブルーチン．
例えば値が7FHであれば，コンソールに"7F"と出力する．

```
0176                        DS      32
0196 =              STACK   EQU     $
0196                        END
A>
```

スタック・エリア

Figure-2.2.43　ファンクション：24，25　実習プログラムのPRN形式のソース・リスト．

上記ソース・リストからアセンブリ・ソース・ファイルを作り，アセンブルし，"24-25．COM" を生成して実行してみましょう．

ファンクション：24, 25 実習プログラムの実行

当プログラムを実行するコマンド形式は1種類であり，次に示します．

24-25 ↲……ただこれだけ．

次に実行例を示します．他のドライブへのアクセスや，ログイン・ディスクの変更に注目して下さい．

Figure-2.2.44　ファンクション24, 25　実習プログラムの実行

当プログラムの終了は，リブートで行っています．リブートが行われると，システム全体がイニシャル状態になり，ログイン・ベクトル，ログイン・ドライブも，いったんイニシャライズされます．

ファンクション：27の実習

ファンクション：27…アロケーション・アドレスの取り出し

CALL手順

```
MVI      C, 27……  (=IBH)
CALL     0005H
   ⇩
(H, Lレジスタに, アロケーション・ベクトルのベース・アドレスが格納されている)
```

機能

現在ログインされているディスク・ドライブのアロケーション・ベクトルのベース・アドレス（先頭アドレス）を報告する.

BIOS内のアロケーション・ベクトル（1.1.2～3章参照）には，それぞれのドライブのディスクのメモリ使用状態が記録されており，このベクトルを調べることにより，ディスクのどの部分が使われているか，残りメモリ容量は何バイトか，などを知ることができる.

実習プログラム ファンクション：27

ログイン・ディスクのアロケーション・ベクトルのメモリ内容をダンプするプログラムを作成する.

アロケーション・ベクトルのバッファ・エリアのサイズは，8インチ標準ディスクの場合は31バイトである（ドライブ容量＝243Kバイト，アロケーション・ベクトルの1バイトで8Kバイトを表すので，243／8＝30.375となり，31バイトで243Kバイトのマップを表すことが可能である．1.1.2～3章参照）.

このプログラムのPRN形式のソース・リストを次に示します.

```
A>TYPE 27.PRN

                    ;------------------------------------------------;
                    ;   FUNCTION  27: GET ALLOCATION ADDRESS         ;
                    ;------------------------------------------------;
 0100                         ORG     100H
```

```
                         START:
 0100 0E1B                         MVI      C,27
 0102 CD0500                       CALL     0005H

 0105 061F                         MVI      B,31
                         LOOP:
 0107 7E                           MOV      A,M
 0108 CD1601                       CALL     HEXDSPLY

 010B 3E20                         MVI      A,' '
 010D CD2E01                       CALL     CONOUT

 0110 23                           INX      H
 0111 05                           DCR      B
 0112 C20701                       JNZ      LOOP

 0115 C9                           RET

                         HEXDSPLY:
 0116 F5                           PUSH     PSW
 0117 0F0F0F0F                     RRC! RRC! RRC! RRC
 011B CD1F01                       CALL     HOUT1
 011E F1                           POP      PSW
 011F E60F               HOUT1:    ANI      0FH
 0121 C630                         ADI      30H
 0123 FE3A                         CPI      3AH
 0125 DA2A01                       JC       HOUT2
 0128 C607                         ADI      7
 012A CD2E01             HOUT2:    CALL     CONOUT
 012D C9                           RET

                         CONOUT:
 012E C5E5                         PUSH B! PUSH H
 0130 0E02                         MVI      C,2
 0132 5F                           MOV      E,A
 0133 CD0500                       CALL     0005H
 0136 E1C1                         POP H! POP B
 0138 C9                           RET

 0139                              END

A>
```


Figure-2.2.45　ファンクション：27　実習プログラムのPRN形式のソース・リスト．

ファンクション：27　実習プログラムの実行

当プログラムを実行するコマンド形式は一種類であり，次に示します．

27 ⏎……ただこれだけ．

実行例として，空のディスクから1Kバイトずつファイルをセーブしながら，アロケーション・ベクトルの内容を表示したり，3つの大きなファイルの内，真中に位置するファイルを削除した場合の様

子などを示しますので，アロケーション・ベクトルの働きがよく理解されるものと思います．実行例を次に示します．

```
ドライブB：上には空のディスケットをセットしておく.
A>B:↲ …ログイン・ディスクをB：にチェンジ.
B>A:STAT *.*↲ ……ディスクB：上のファイルの最初の状態を調べる.

File Not Found ……ディスクB：上にはファイルがない.

B>A:27↲ ……実習プログラムを実行し，ディスクが空の状態のドライブB：のアロケーション・ベクトルをみる.
C0 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
 00 00 00 00        ～印の値に注目.

B>SAVE 4 A↲ ……空のディスクに，1Kバイトのファイル(ファイル名"A")をセーブする.

B>A:27↲    実習プログラムを実行し，1Kバイトのファイルがセーブされた状態のドライブB：のアロケーション・ベクトルをみる.
E0 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
 00 00 00 00        ～印の値に注目.

B>SAVE 4 B↲ …さらに1Kバイトのファイル(ファイル名"B")をセーブする．合計2Kバイトがセーブされた.

B>A:27↲    実習プログラムを実行し，合計2Kバイトのファイルがセーブされた状態のドライブB：のアロケーション・ベクトルをみる.
F0 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
 00 00 00 00        ～印の値に注目.

B>SAVE 4 C↲ …さらに1Kバイトのファイル(ファイル名"C")をセーブする．合計3Kバイトがセーブされた.

B>A:27↲ …実習プログラムを実行し，合計3Kバイトのファイルがセーブされた状態のドライブB：のアロケーション・ベクトルをみる.
F8 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00     00 00 00 00 00 00 00 00 00
 00 00 00 00        ～印の値に注目.

B>SAVE 12 DEF↲ …今回は3Kバイトのファイル(ファイル名"DEF")をセーブする．合計6Kバイトがセーブされた.

B>A:27↲    実習プログラムを実行し，合計6Kバイトのファイルがセーブされた状態のドライブB：のアロケーション・ベクトルをみる.
FF 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 0  00 00 00 00 00 00 00
 00 00 00 00        ～印の値に注目.

B>SAVE 4 G↲ …さらに1Kバイトのファイル(ファイル名"G")をセーブする．合計7Kバイトがセーブされた.

B>A:27↲    実習プログラムを実行し，合計7Kバイトのファイルがセーブされた状態のドライブB：のアロケーション・ベクトルをみる.
FF 80 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
 00 00 00 00        ～印の値に注目.

B>
```

Figure-2.2.46　ファンクション：27　実習プログラムの実行例①

```
ドライブB：上に新たな空のディスケットをセットしておく.

B>A:STAT *.*↲ …ディスクB：上のファイルの状態を調べる.

File Not Found …ディスクB：上にはファイルがない.


B>SAVE 120 X↲ …空のディスク上に,30Kバイト(注)のファイル(ファイル名"X")をセーブする.
B>SAVE 128 Y↲ …さらに32Kバイトのファイル(ファイル名"Y")をセーブする.
B>SAVE 128 Z↲ …さらに32Kバイトのファイル(ファイル名"Z")をセーブする.


B>A:STAT *.*↲ …現在のディスクB：上のファイルの状態を調べる.

 Recs  Bytes  Ext Acc
  240    30k    2 R/W B:X ⎫
  256    32k    3 R/W B:Y ⎬ これだけセ--ブされている.
  256    32k    3 R/W B:Z ⎭
Bytes Remaining On B: 147k


B>A:27↲ ……実習プログラムを実行して,ドライブB：のアロケーション・ベクトルをみる.
FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
 00 00 00 00                ～印の値に注目

B>ERA Y↲ …32Kバイトのファイル"Y"を削除する.

B>A:STAT *.*↲ …現在のディスクB：上のファイルの状態を調べる.

 Recs  Bytes  Ext Acc
  240    30k    2 R/W B:X ⎫
  256    32k    3 R/W B:Z ⎭ ファイル"Y"が削除されている.
Bytes Remaining On B: 179k


B>A:27↲ …実習プログラムを実行して,ドライブB：のアロケーション・ベクトルをみる.
FF FF FF FF 00 00 00 00 FF F[illegible] [illegible]F FF 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
 00 00 00 00
              ～印の値に注目．ファイル"Y"がセーブされていたエリアが0になっている.
B>

        注) ディレクトリ・エリアとして,すでに2Kバイトが使われているので,30+2=32.
```

Figure-2.2.47　ファンクション：27　実習プログラムの実行例②

8インチの標準ディスクの場合は，アロケーション・ベクトルの1バイトで8Kバイトを表現しますが，その1バイトのみに注目して，表現のしかたを解説しておきます．次の図を見るだけで明らかでしょう．

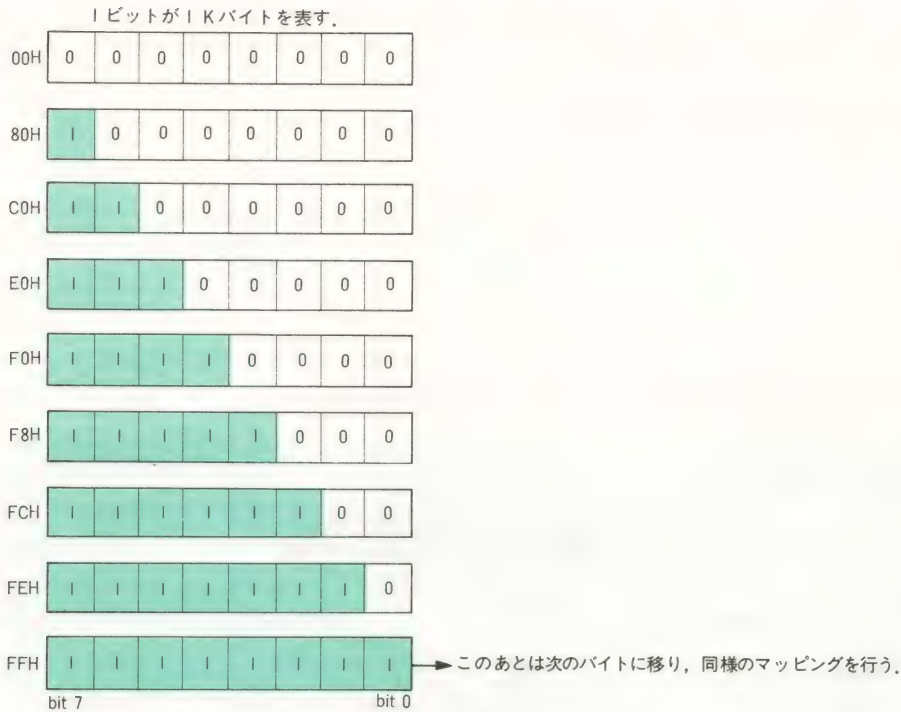



Figure-2.2.48　アロケーション・ベクトル内の1バイト

このように，1ビットが1Kバイトを表し，ビット・パターンが記録状態のマップを表します（0＝使われていないエリア，1＝使われているエリア）.

実行例②で～の部分がC0→E0→F0……と変化した理由が理解されたでしょう.

ファンクション：28の実習

ファンクション：28…ディスク・ライト・プロテクトのセット

CALL手順

```
MVI     C，28…… (1CH)
CALL    0005H
```

機能

現在のログイン・ディスクを，書き込み禁止のディスク（リード／オンリー・ディスク）にセットす

る．つまり，ライト・プロテクトがかけられる．ただし，このライト・プロテクトは，コールド・スタートやリブートが行われると消滅する．

実習プログラム　ファンクション：28, 25

> STATコマンドの，“STAT　x：R／O ⏎” に相当するプログラムを作成する．
> ただし，x：によって任意のドライブを指定することはできず，現在のログイン・ディスクがリード／オンリーに設定される．

このプログラムのPRN形式のソース・リストを次に示します．

```
A>TYPE 28-25.PRN ⏎

                      ;------------------------------------------------;
                      ;   FUNCTION  28: WRITE PROTECT DISK             ;
                      ;             25: RETURN CURRENT DISK            ;
                      ;------------------------------------------------;
 0100                           ORG     100H
                      START:
 0100 0E1C                      MVI     C,28
 0102 CD0500                    CALL    0005H

 0105 112601                    LXI     D,MSGDRV
 0108 CD2001                    CALL    MSGOUT

 010B 0E19                      MVI     C,25
 010D CD0500                    CALL    0005H

 0110 3C                        INR     A
 0111 F640                      ORI     0100$0000B
 0113 5F                        MOV     E,A
 0114 0E02                      MVI     C,2
 0116 CD0500                    CALL    0005H

 0119 112F01                    LXI     D,MSGSET
 011C CD2001                    CALL    MSGOUT

 011F C9                        RET

                      MSGOUT:
 0120 0E09                      MVI     C,9
 0122 CD0500                    CALL    0005H
 0125 C9                        RET

 0126 0D0A445249 MSGDRV: DB     0DH,0AH,'DRIVE $'
 012F 3A20534554 MSGSET: DB     ': SET R/O',0DH,0AH,'$'

 013B                           END
A>
```


Figure-2.2.49　ファンクション：28, 25　実習プログラムのPRN形式のソース・リスト．

上記ソース・ファイルからアセンブリ・ソース・ファイルを作り，アセンブルし，"28-25.COM"を生成して実行してみましょう．

ファンクション：28,25 実習プログラムの実行

当プログラムを実行するコマンド形式を次に示します．

28-25 ⏎……ただこれだけ．

上記コマンドを実行することにより，現在のログイン・ディスクがR／Oとなります．実行例を次に示します．

```
A>STAT ⏎ …現在のドライブの状態を調べる.

A:R/W, Space: 119K  A：,B：共に"R W"である.
B:R/W, Space: 79K


A>28-25 ⏎ …実習プログラムを実行.

DRIVE A: SET R/O  ログイン・ディスクのドライブA：が"R O"に設定された.
      ↑
      └────注目."ログイン・ディスクの取り出し"のシステム・コールを利用した表示.
A>STAT ⏎ ……ドライブの状態を調べる.
A: R/O, Space: 119K ……A：は"R O"となっている.
B: R/W, Space: 79K  ……B：は元のまま.


A>DIR TEST28.TXT ⏎ …ドライブA：上のファイル"TEST28.TXT"の存在を確認する..

A>TEST28    TXT ……存在している.


A>ERA TEST28.TXT ⏎ ……ファイル"TEST28.TXT"の削除を試みる.

Bdos Err On A: R/O ^C … …ドライブが"R O"のため削除できない.Ctrl-Cをキーインし,
                          リブートしてCP Mに戻す.


A>ERA TEST28.TXT ⏎ …再度削除を試みる.リブートにより,"R O"はキャンセルされている.


A>DIR TEST28.TXT ⏎ ……ファイル"TEST28.TXT"の存在を確認する.

NO FILE ……Ctrl-Cによるリブートにより,"R O"がリセットされたので,削除されている.


A>B: ⏎ … … ログイン・ディスクをB：にチェンジ.
B>A:28-25 ⏎ ……実習プログラムを実行.
```

```
DRIVE B: SET R/O ……ログイン・ディスクのドライブB：が"R／O"に設定された.
       ↑────注目. "ログイン・ディスクの取り出し"のシステム・コールを利用した表示.

B>A:STAT ↲ ……ドライブの状態を調べる.
A: R/W, Space: 123K ……リブートにより"R／O"→"R／W"に戻っている.
B: R/O, Space: 79K ……今回"R／O"に設定された.

B>^C ……Ctrl−Cによるリブートを行う.
B>A:STAT ↲ ……ドライブの状態を調べる.

A: R/W, Space: 123K │リブートにより，すべてのドライブの"R／O"はキャンセルされる.
B: R/W, Space: 79K  │

B>
```

Figure-2.2.50　ファンクション：28，25　実習プログラムの実行.

ファンクション：29の実習

ファンクション：29…リード／オンリー・ベクトルの取り出し

CALL手順

```
MVI     C，29……（=1DH）
CALL    0005H
          ⇩
 （(H，L）レジスタに，R／Oドライブを示すベクトルが格納されている）
```

機能

ファンクション：28の"ディスク・ライト・プロテクトのセット"や，STATコマンド，あるいはBDOSにより（例えば，ディスケットを交換して，リブートを行っていない場合など）ライト・プロテクトされたディスク・ドライブのベクトルを報告する.

ベクトルは，ファンクション：24の"ログイン・ベクトルの取り出し"の場合と同様の形式で，（H，L）レジスタに格納される.

実習プログラム　ファンクション：29

ライト・プロテクトが付けられたディスク・ドライブのベクトルを表示する.

表示の形式は，ファンクション：24で行ったのと同様に，

```
x x x x x x x x $ x x x x x x x x
↑                               ↑
ドライブP：                    ドライブA：
```

とする．“1”のビットが“R／O”のドライブを示す．

このプログラムのPRN形式のソース・リストを次に示します．

```
A>TYPE 29.PRN ↲


                   ;-----------------------------------------------------;
                   ;   FUNCTION  29: GET READ ONLY VECTOR                ;
                   ;-----------------------------------------------------;

 0100                       ORG     100H
                   START:
 0100 CD3F01                CALL    CRLFOUT ……復帰・改行を出力.

 0103 0E1D                  MVI     C,29    “リード・オンリーベクトルの取り出し”のシス
 0105 CD0500                CALL    0005H   テム・コール.

 0108 7C                    MOV     A,H
 0109 CD1901                CALL    BITOUT  ドライブP：～I：のビット状態を表示.
 010C 1E24                  MVI     E,'$'
 010E CD3301                CALL    CONOUT  区切りの目印として“$”記号を表示.
 0111 7D                    MOV     A,L
 0112 CD1901                CALL    BITOUT  ドライブH：～A：のビット状態を表示.

 0115 CD3F01                CALL    CRLFOUT ……復帰・改行を出力.

 0118 C9                    RET ……プログラム終了．CP/Mへ戻る.

                   BITOUT:
 0119 0608                  MVI     B,8
 011B 07           LOOP:    RLC
 011C DA2901                JC      OUT1
 011F 1E30                  MVI     E,'0'
 0121 CD3301                CALL    CONOUT
 0124 05                    DCR     B
 0125 C21B01                JNZ     LOOP     Aレジスタの内容を0,1でビット表示する
 0128 C9                    RET              サブルーチン.
                   OUT1:
 0129 1E31                  MVI     E,'1'
 012B CD3301                CALL    CONOUT
 012E 05                    DCR     B
 012F C21B01                JNZ     LOOP
 0132 C9                    RET

                   CONOUT:
 0133 F5C5E5                PUSH PSW! PUSH B! PUSH H
 0136 0E02                  MVI     C,2
 0138 CD0500                CALL    0005H            Eレジスタのアスキー・コードをコンソール
 013B E1C1F1                POP H! POP B! POP PSW    に出力するサブルーチン
 013E C9                    RET
```

```
                 CRLFOUT:
013F 1E0D                  MVI     E,0DH
0141 CD3301                CALL    CONOUT
0144 1E0A                  MVI     E,0AH
0146 CD3301                CALL    CONOUT
0149 C9                    RET

014A                       END

A>
```

復帰・改行のサブルーチン.

Figure-2.2.51　ファンクション：29　実習プログラムのPRN形式のソース・リスト.

上記ソース・リストからアセンブリ・ソース・ファイルを作り，アセンブルし，〝29.COM〞を生成して実行してみましょう.

ファンクション：29　実習プログラムの実行

STATコマンドを使ってそれぞれのドライブを〝R／O〞に設定し，当プログラムで，その結果を調べてみましょう.

当プログラムを実行するコマンド形式は次の通りです.

29 ↲……ただこれだけ.

実行例を次に示します.

```
A>B: ↲
B>A: ↲            次のSTATコマンドによる表示が，A：，B：共にレポートされるように，例えばこのようにB：にもアクセスしておく.

A>STAT ↲
A: R/W, Space: 157k
B: R/W, Space: 113k     初期状態の確認. このようにA：，B：共に〝R／W〞である.

A>29 ↲  ……実習プログラムの実行.

00000000$00000000 ……すべて〝0〞であり，〝R／O〞のドライブはない.

A>STAT B:=R/O ↲ ……STATコマンドで，ドライブB：を〝R／O〞に設定する.

A>29 ↲  ……実習プログラムの実行.

00000000$00000010
                ↑―― 2番目(ドライブB：)が〝R／O〞と表示された.

A>STAT ↲ ……STATコマンドで確認してみる.
```

```
A: R/W, Space: 157k   このように,ドライブB：は"R O"と表示されている.
B: R/O, Space: 113k

A>STAT A:=R/O↲ ……さらにSTATコマンドで,ドライブA：も"R O"に設定する.

A>29↲ ……実習プログラムの実行.

00000000$00000011
                └─ドライブA：,B：共に"R O"となった.
A>
```

Figure-2.2.52　ファンクション：29　実習プログラムの実行例.

求めるベクトルは，ファンクション：24と同様の形式で，（H，L）レジスタに格納されています．

ファンクション：30の実習

ファンクション：30…ファイル・アトリビュートのセット

CALL手順

```
MVI      C，30……（=1EH）
（D，E）←FCBアドレス
CALL     0005H
    ↓
（Aレジスタに，0，1，2，3いずれかのディレクトリ・コード，もしくはファイルが
存在しない場合，255（FFH）が格納されている）
```

機能

任意のファイルに，リード・オンリー（R／O）や，システム（SYS）・アトリビュートをセットしたり，それらのリセットである"R／W"や"DIR"アトリビュートにリセットしたりすることができる．FCBの1stファイルのエクステンション用の3バイト（t1，t2，t3，フィールド）の内の2バイトの，それぞれの最上位ビット（bit7）の値により，

t1のbit 7 = 0　のとき"R／W"ファイル
t1のbit 7 = 1　のとき"R／O"ファイル
t2のbit 7 = 0　のとき"SYS"ファイル
t2のbit 7 = 1　のとき"DIR"ファイル

となる（このことからもファイル名にカナは使用できない）．

CALL終了後，Aレジスタには0，1，2，3いずれかのディレクトリ・コード，もしくは目的のファイルが存在しなかった場合，255（FFH）が格納される．

実習プログラム ファンクション：30

> STATコマンドによる“STAT　x：filename．ext　$R／O↲”などの，ファイル・アトリビュート設定機能に相当するプログラムを作成する．

とりあえず，通常のファイル（“R／W”で“DIR”）に“R／O”，または“SYS”アトリビュートを付けるプログラムの，PRN形式のソース・リストを次に示します．

```
A>TYPE 30.PRN ↲

                  ;-----------------------------------------------------;
                  ;   FUNCTION  30:  SET FILE ATTRIBUTES                ;
                  ;-----------------------------------------------------;

0100                      ORG     100H

005C =            FCB     EQU     005CH

                  START:
0100 0E09                 MVI     C,9        "R"または"S"のキーインを促すメッセージを
0102 114801               LXI     D,MSGINP   出力.
0105 CD0500               CALL    0005H

                  KEYIN:
0108 0E01                 MVI     C,1        "コンソール入力"のシステム・コール
010A CD0500               CALL    0005H

010D FE52                 CPI     'R'        キー入力が"R"なら"SETRO"へジャンプ.
010F CA2101               JZ      SETRO
0112 FE53                 CPI     'S'        キー入力が"S"なら"SETSYS""へジャンプ.
0114 CA2C01               JZ      SETSYS

0117 0E02                 MVI     C,2
0119 1E3F                 MVI     E,'?'      それ以外のキー入力なら"?"を表示して,
011B CD0500               CALL    0005H      再キー入力へ.

011E C30801               JMP     KEYIN

                  SETRO:
0121 3A6500               LDA     FCB+9      FCBのt1のbit7を1にセットし,"FNC30"へ
0124 F680                 ORI     1000$0000B ジャンプ."R O"アトリビュートをセット
0126 326500               STA     FCB+9      する.
0129 C33401               JMP     FNC30
                  SETSYS:
012C 3A6600               LDA     FCB+10     FCBのt2のbit7を1にセットし,"FNC30"へジ
012F F680                 ORI     1000$0000B ャンプ."SYS"アトリビュートをセットする.
0131 326600               STA     FCB+10
                  FNC30:
0134 0E1E                 MVI     C,30       "ファイル・アトリビュートのセット"のシス
0136 115C00               LXI     D,FCB      テム・コール.
0139 CD0500               CALL    0005H
```

```
013C FEFF               CPI     255 …Aレジスタが255なら，ファイルが存在していなかった．
013E C0                 RNZ ………… Aレジスタが255以外なら，プログラム終了．CP/M へ戻る．

013F 0E09               MVI     C,9         "ファイルなし"のエラー・メッセージを出力
0141 117901             LXI     D,MSGERR    し，CP/M へ戻る．
0144 CD0500             CALL    0005H
0147 C9                 RET

0148 0D0A522965 MSGINP: DB      0DH,0AH,'R)ead only  or  S)ystem  ?'
0164 202020494E         DB      '    INPUT ( R / S ) >$'
0179 0D0A0D0A46 MSGERR: DB      0DH,0AH,0DH,0AH,'FILE NOT FOUND',0DH,0AH,0DH,0AH,'$'

0190                    END

A>
```

Figure-2.2.53　ファンクション：30　実習プログラムのPRN形式のソース・リスト．

上記ソース・リストからアセンブリ・ソース・ファイルを作り，アセンブルし，"31．COM"を生成して実行してみましょう．

ファンクション：30 実習プログラムの実行

当プログラムを実行するコマンド形式を次に示します．

31␣x：filename．ext ↲……この後でRまたはSをキーインする．

このコマンドを実行した後，プログラムの問いに答えて，"R/O"ファイルにするならば"R"をキーイン，"SYS"ファイルにするならば"S"をキーインします．

実行例を次に示します．

```
A>STAT B:*.* ↲   …実行前のドライブB：上のファイルの状態を見ておく．

 Recs  Bytes  Ext Acc
   60     8k    1 R/W B:BALANCE.CAL
   35     5k    1 R/W B:BARRIER.CAL
   37     5k    1 R/W B:BRKEVN.CAL
   98    13k    1 R/W B:INSTALL.COM
  116    15k    1 R/W B:INSTALL.DAT    全部が通常のファイル．
  274    35k    3 R/W B:INSTALL.OVL    ("R/W"で"DIR"アトリビュート)
    2     1k    1 R/W B:INSTALL.SUB
  196    25k    2 R/W B:SC.COM
  164    21k    2 R/W B:SC.OVL
Bytes Remaining On B: 113k


A>30 B:SC.COM ↲  …B：上のファイル"SC.COM"に対して，実習プログラムを起動．

R)ead only  or  S)ystem  ?   INPUT ( R / S ) >R
```

```
"R／O"アトリビュートが付けられた.

A>30 B:SC.OVL↲ ……同様にもう1つのファイル"SC. OVL"に対して実習プログラムを起動.

R)ead only  or  S)ystem  ?   INPUT ( R / S ) >S ……今度は"SYS"にする.

"SYS"アトリビュートが付けられた.

A>STAT B:*.*↲ ……結果を確認する. 実行前の表示と比較.

 Recs  Bytes  Ext Acc
   60     8k    1 R/W B:BALANCE.CAL
   35     5k    1 R/W B:BARRIER.CAL
   37     5k    1 R/W B:BRKEVN.CAL
   98    13k    1 R/W B:INSTALL.COM
  116    15k    1 R/W B:INSTALL.DAT
  274    35k    3 R/W B:INSTALL.OVL
    2     1k    1 R/W B:INSTALL.SUB
  164    21k    2 R/W B:(SC.OVL) ……"( )"に注目. "SYS"アトリビュートは"( )"で示される.
  196    25k    2 R/O B:SC.COM ……"R／O"に注目.
Bytes Remaining On B: 113k


A>DIR B:↲ ……ディレクトリを見る.
B: SC       COM : INSTALL  COM : INSTALL  DAT : INSTALL  OVL
B: BALANCE  CAL : BARRIER  CAL : BRKEVN   CAL : INSTALL  SUB

A> システム・アトリビュートの付いたファイル"SC. OVL"が表示されていないことに注目.
```

Figure-2.2.54　ファンクション：30　実習プログラムの実行.

当プログラムは，"R／O" と "SYS" アトリビュートを付けるのみですが，これらをリセットする機能も，同様に簡単に追加できます．各自で試みて下さい．

ファンクション：31の実習

ファンクション：31…ディスク・パラメータ・アドレスの取り出し

CALL手順

```
MVI     C，31…… (=1FH)
CALL    0005H
```

↓

（(H，L) レジスタにディスク・パラメータ・ブロックのベース・アドレスが格納されている）

機能

BIOS先頭の〝JUMP ベクトル〞に続く，ディスク・パラメータ定義部の〝ディスク・パラメータ・ブロック〞（15バイト）のベース・アドレスを求め，（H，L）レジスタに格納する．

ユーザー・プログラムにおいて，ディスクの全容量，トラック数，セクタ数，最大ディレクトリ数，その他のディスク諸元を調べたり，この15バイトの値を変更して，例えば１つのドライブを片面使用↔両面使用をBIOS上で自由に切り替えて使う場合などに利用される（1.1.2～３章参照）．

実習プログラム　ファンクション：31

> ディスク・パラメータ・ブロックの15バイトをダンプする．

このプログラムのPRN形式のソース・リストを次に示します．

```
A>TYPE 31.PRN

                   ;----------------------------------------------;
                   ;   FUNCTION  31: GET DISK PARAMETERS ADDRESS   ;
                   ;----------------------------------------------;
0100                         ORG     100H
                   START:
0100 0E1F                    MVI     C,31      "ディスク・パラメータ・アドレスの取り出し"の
0102 CD0500                  CALL    0005H     システム・コール．H，Lレジスタに，そのベー
                                               ス・アドレスが取り出される．

0105 060F                    MVI     B,15  …15バイト分ダンプするカウンタをセット．
                   LOOP:
0107 7E                      MOV     A,M
0108 CD1601                  CALL    HEXDSPLY  1バイトのダンプ．

010B 3E20                    MVI     A,' '
010D CD2E01                  CALL    CONOUT    スペースを出力．

0110 23                      INX     H         H，Lポインタを１つ進め，次のバイトのダン
0111 05                      DCR     B         プへ．15バイト出力し終わったら，次の"RET"
0112 C20701                  JNZ     LOOP      へ．

0115 C9                      RET     プログラム終了．CP／Mへ戻る．

                   HEXDSPLY:
0116 F5                      PUSH    PSW
0117 0F0F0F0F                RRC! RRC! RRC! RRC
011B CD1F01                  CALL    HOUT1
011E F1                      POP     PSW
011F E60F          HOUT1:    ANI     0FH       Aレジスタの値を16進でコンソールに表示
0121 C630                    ADI     30H       するサブルーチン．
0123 FE3A                    CPI     3AH
0125 DA2A01                  JC      HOUT2
0128 C607                    ADI     7
012A CD2E01        HOUT2:    CALL    CONOUT
012D C9                      RET
```

```
                    CONOUT:
 012E C5E5                      PUSH B! PUSH H
 0130 0E02                      MVI     C,2
 0132 5F                        MOV     E,A
 0133 CD0500                    CALL    0005H
 0136 E1C1                      POP H! POP B
 0138 C9                        RET

 0139                           END

A>
```

Aレジスタのアスキー・コードを，コンソールに出力するサブルーチン.

Figure-2.2.55　ファンクション：31　実習プログラムのPRN形式のソース・リスト

上記ソース・リストからアセンブリ・ソース・ファイルを作り，アセンブルし，"31．COM" を生成して実行してみましょう．

ファンクション：31 実習プログラムの実行

当プログラムを実行するコマンド形式は単純で，

31 ⏎……ただこれだけ．

とキーインするだけで，現在ログインしているドライブのディスク・パラメータ・ブロックの15バイトがダンプされます．

実行例として，8インチ標準ディスクの場合とNEC PC-8001 CP／M (1W) の場合を次に示します．

```
A>31⏎ ……8インチ標準ディスクの場合の実行例.

1A 00 03 07 00 F2 00 3F 00 C0 00 10 00 02 00

A>
```

Figure-2.2.56　ファンクション：31　実習プログラムの実行．8インチ標準ディスクの場合．

```
A>31⏎ ……PC-8001 CP／M(1W)の場合の実行例.

20 00 03 07 00 83 00 3F 00 C0 00 10 00 02 00

A>
```

Figure-2.2.57　同上．PC-8001 CP／M (1W) の場合．

参考のために，この2種類のCP／MのBIOSのPRNファイルから，ディスク・パラメータ・ブロックの部分をタイプアウトして次に示します．

```
A>TYPE CBIOS.PRN ↲   ……8インチ標準ディスクのBIOSのディスク・パラメータ・ブロックをタイプアウトする.
                                .
                                .
                                .
                                .
                 DPBLK:  ;DISK PARAMETER BLOCK, COMMON TO ALL DISKS
4A8D 1A00                DW     26               ;SECTORS PER TRACK
4A8F 03                  DB     3                ;BLOCK SHIFT FACTOR
4A90 07                  DB     7                ;BLOCK MASK
4A91 00                  DB     0                ;NULL MASK
4A92 F200                DW     242              ;DISK SIZE-1
4A94 3F00                DW     63               ;DIRECTORY MAX
4A96 C0                  DB     192              ;ALLOC 0
4A97 00                  DB     0                ;ALLOC 1
4A98 1000                DW     16               ;CHECK SIZE
4A9A 0200                DW     2                ;TRACK OFFSET
     この15バイトが実習プログラムによりダンプされる.
```

Figure-2.2.58　実際のBIOSのディスク・パラメータ・ブロック部のタイプアウト．8インチ標準ディスクの場合．

```
A>TYPE PCBIOS56.PRN ↲   ……PC-8001 CP/M(1W)のBIOSのディスク・パラメータ・ブロックをタイプアウトする.
                                .
                                .
                         ***********************************
                         *** DISK PARAMETER DEFINITION ***
                         ***********************************

DA33 =          DPBASE   EQU    $                ;BASE OF DISK PARAMETER BLOCKS
DA33 00000000   DPE0:    DW     XLT0,0000H       ;TRANSLATE TABLE
                                .
                                .
                                .
DA73 =          DPB0     EQU    $                ;DISK PARM BLOCK
DA73 2000                DW     32               ;SEC PER TRACK
DA75 03                  DB     3                ;BLOCK SHIFT
DA76 07                  DB     7                ;BLOCK MASK
DA77 00                  DB     0                ;EXTNT MASK
DA78 8300                DW     131              ;DISK SIZE-1
DA7A 3F00                DW     63               ;DIRECTORY MAX
DA7C C0                  DB     192              ;ALLOC0
DA7D 00                  DB     0                ;ALLOC1
DA7E 1000                DW     16               ;CHECK SIZE
DA80 0200                DW     2                ;OFFSET
     この15バイトが実習プログラムによりダンプされる.
```

Figure-2.2.59　同上．PC-8001 CP／M（1W）の場合．

ファンクション：32の実習

ファンクション：32…ユーザー・コードのセット／取り出し

CALL手順

セットの場合

```
MVI   C，32……（=20H）
(E) ←ユーザー・コード（0～15）
CALL  0005H
```

取り出しの場合

```
MVI   C，32
(E) ←0FFH
CALL  0005H
```

機能

任意のユーザー・エリアへ移行する．または，現在のユーザー・エリアのNo.を報告する．
前者の〝セット〟の場合は，Eレジスタに任意のユーザーNo.(0～15)をセットしてCALLを行う．後者の〝取り出し〟の場合は，EレジスタにFFHをセットしてCALLを行う．結果はAレジスタに0～15の値として取り出される．

実習プログラム ファンクション：32

> ユーザー・エリアを変更する〝USER〟コマンドと，現在のユーザー・エリアなどを報告する〝STAT USR：〟コマンドの一部に相当するプログラムを作成する．
> 機能は2つであるが，プログラムは一本にまとめる．

このプログラムのPRN形式のソース・リストを次に示します．

```
A>TYPE 32.PRN↲

                    ;--------------------------------------------;
                    ;   FUNCTION  32: SET/GET USER CODE          ;
                    ;--------------------------------------------;

0100                         ORG      100H
005C =              FCB      EQU      005CH
```

```
                    START:
0100 3A5D00                 LDA     FCB+1       当プログラムの実行時に,コマンド・ラインの
0103 47                     MOV     B,A         パラメータがあるかどうかのチェック. パラ
0104 FE20                   CPI     ' '         メータがなければ,“GETUSER”へジャンプ.
0106 CA2201                 JZ      GETUSER
0109 3A5E00                 LDA     FCB+2       パラメータはあったが,それは2桁であるかど
010C FE20                   CPI     ' '         うかのチェック.1桁の場合は“SBYTE”へジャ
010E CA1C01                 JZ      SBYTE       ンプ.

0111 E60F                   ANI     0000$1111B  2桁のASCII入力を0FHまでのHEX形式に変
0113 C60A                   ADI     10          換.
                    FNC32:
0115 0E20                   MVI     C,32        “ユーザー・コードのセット”のシステム・コー
0117 5F                     MOV     E,A         ル.
0118 CD0500                 CALL    0005H
011B C9                     RET     ............新しいユーザー・エリアに移行した後,プログ
                                                ラムを終了してCP/Mへ戻る.
                    SBYTE:
011C 78                     MOV     A,B
011D E60F                   ANI     0000$1111B  1桁のASCIIをHEX形式に変換し,
011F C31501                 JMP     FNC32       “FNC32”へジャンプ.

                    GETUSER:
0122 0E20                   MVI     C,32        “ユーザー・コードの取り出し”のシステム
0124 1EFF                   MVI     E,0FFH      ・コール.
0126 CD0500                 CALL    0005H

0129 CD2D01                 CALL    HEXDSPLY ......取り出した値を表示.
012C C9                     RET     プログラムを終了してCP/Mに戻る.

                    HEXDSPLY:
012D F5                     PUSH    PSW
012E 0F0F0F0F               RRC! RRC! RRC! RRC
0132 CD3601                 CALL    HOUT1
0135 F1                     POP     PSW
0136 E60F           HOUT1:  ANI     0FH         Aレジスタの値を, 16進で表示する
0138 C630                   ADI     30H         サブルーチン.
013A FE3A                   CPI     3AH
013C DA4101                 JC      HOUT2
013F C607                   ADI     7
0141 CD4501         HOUT2:  CALL    CONOUT
0144 C9                     RET

                    CONOUT:
0145 0E02                   MVI     C,2
0147 5F                     MOV     E,A         Aレジスタのアスキー・コードをコンソール
0148 CD0500                 CALL    0005H       に表示するサブルーチン.
014B C9                     RET

014C                        END

A>
```

Figure-2.2.60　ファンクション：32 実習プログラムのPRN形式のソース・リスト.

ファンクション：32 実習プログラムの実行

当プログラムを実行するコマンド形式を次に示します．

32 ⏎ ……現在のユーザーNo.を調べる場合．
32␣n ⏎……ユーザー・エリアnを移行する場合．

実行例として，ユーザー・エリア(7)に，ファイルをコピーする例を示します．参考として“USER”コマンド，“STAT”コマンドも使ってあります．

```
A>STAT USR: ⏎ ……現状の確認をしておく.

Active User : 0  } 0以外のユーザー・エリアにファイルはない.
Active Files: 0  }

A>32 ⏎ ……実習プログラムの実行(取り出し).

00 ……現在のユーザー・エリアは0である. 上の結果と同じ.

A>DDT PIP.COM ⏎ ……他のユーザー・エリアにファイルをコピーするために，まずDDTで"PIP.COM"をロード.
DDT VERS 2.2
NEXT  PC
1E00 0100
-^C ……リブートしてCP/Mに戻る.

A>USER 7 ⏎ ……ユーザー・エリア7へ移行.

A>SAVE 29 PIP.COM ⏎ ……そのエリアに"PIP.COM"をセーブ.

A>USER 0 ⏎ ……ユーザー・エリアを0に戻す.

A>STAT USR: ⏎ ……現状の確認.

Active User : 0 ……ユーザー・エリアは0.
Active Files: 0 7……ユーザー・エリア0と7にファイルが存在する.

A>32 7 ⏎ ……実習プログラムにより，ユーザー・エリア7へ移行.

A>DIR ⏎ ……そのエリアのディレクトリを見る.
A: PIP      COM ……先ほどSAVEした"PIP.COM"のみ存在する.

A>PIP A:=32.COM[G0] ⏎ ……PIPパラメータ[G0]を使って，当プログラム"32.COM"を
                          ユーザー・エリア0→7にコピーする.

A>DIR ⏎ ……その確認
A: PIP      COM : 32       COM ……"32.COM"がコピーされている.
```

```
A>32 ↲ ……このエリアにコピーされた実習プログラムにより，現在のユーザー・エリアを調べる．
07      当然ではあるが，エリア7である．

A>32 0 ↲     実習プログラムにより，ユーザー・エリアを0に戻す．

A>32 ↲  ―その確認．

00 ……ユーザー・エリア0に戻っている．

A>
```

Figure-2.2.61　ファンクション：32　実習プログラムの実行．

ファンクション：33の実習

ファンクション：33…ランダムな読み出し

CALL手順

MVI　C，33……（＝21H）
（D，E）←FCBアドレス
CALL　0005H

（読み出しが，正常に行われた場合は，Aレジスタには00が，正常でない場合は，01～06のエラー・コードが格納されている）

機能

（D，E）レジスタでアドレスされるFCBで示されるファイルを，FCBのr0，r1フィールドにセットされているレコード番号に従って，ランダムに読み出す．読み出されたレコード（128バイト）は，DMAバッファに格納される．シーケンシャル・リードの場合と異なり，レコード番号の自動インクメントは行われない．
レコード番号は2バイトの値であり，LSBはr0，MSBはr1にセットする．フィールドr2には，最初に00をセットしておく．
当ファンクションをCALLするには，まず，目的のファイルをオープンし，r2に00（最初のみ）r0，r1には読み出そうとするレコード番号をセットしてから行う．
読み出しが正常に行われた場合，Aレジスタには00が格納され，正常に行われなかった場合は，01～06のエラー・コードが格納される．エラー・コードの意味を次に示す．

00……正常な読み出し．
01……ディレクトリ上に登録されていないブロックやロジカル・エクステントから読み出そうとした場合．
02……ランダム・モードにならない場合．
03……現在のロジカル・エクステントをクローズできない場合．
04……登録されていないロジカル・エクステントへシークした場合．
05……読み出しモードにならない場合．
06……フィジカルなディスクの最終を超えてシークしようとした場合(r2が00でない場合に発生する)．

実習プログラム ファンクション：33

ランダム・リードを行うプログラムを作成する．
ここでは，「ランダム・リードができる」ことの基本的な実習が目的なので，なるべく理解し易いように，次項の「ランダムな書き込み」での実習プログラムと同じく，アドレス4000Hにあらかじめ格納しておいたレコード番号表に従って，ランダム・リードが行われるプログラムを作成する．リードされたレコードは，順次コンソールに出力されて行く．

このプログラムのPRN形式のソース・リストを次に示します．

```
A>TYPE 33.PRN ↲

                        ;-----------------------------------------------;
                        ;   FUNCTION  33: READ RANDOM                  ;
                        ;-----------------------------------------------;

0100                           ORG     100H
005C =                  FCB    EQU     005CH

                        START:
0100 210040                    LXI     H,4000H   次に読み出すべきレコードNo.が格納されているアドレスを
0103 228B01                    SHLD    GETADR    指し示すポインタに，初期値4000Hをストア．

0106 0E0F                      MVI     C,15
0108 115C00                    LXI     D,FCB     コマンド・ラインに記述されたファイルのオープン．
010B CD0500                    CALL    0005H

010E FEFF                      CPI     255       目的のファイルがない場合は"ERROR"へジャンプ．
0110 CA7101                    JZ      ERROR

0113 AF                        XRA     A         "r2"フィールドに00をセット．
0114 327F00                    STA     FCB+35
```

```
                 NXTREC:
0117 2A8B01                LHLD    GETADR   ┐
011A 7E                    MOV     A,M      │
011B 327D00                STA     FCB+33   │ "r0","r1"にレコードNo.のテーブルからのレコードNo.をセット.
011E 23                    INX     H        │
011F 7E                    MOV     A,M      │
0120 327E00                STA     FCB+34   ┘

0123 FEFF                  CPI     0FFH     } "r1がFFHならば,プログラムを終了.
0125 CA0000                JZ      0000H    } リブートしてCP/Mに戻る.

0128 23                    INX     H        } 次のレコードNo.の格納されているアドレス
0129 228B01                SHLD    GETADR   } を,ポインタにセット.

012C 0E21                  MVI     C,33     ┐
012E 115C00                LXI     D,FCB    │ "ランダムな読み出し"のシステム・コール,
0131 CD0500                CALL    0005H    ┘

0134 B7                    ORA     A        } 正常な読み出しが行われない場合は,
0135 C27101                JNZ     ERROR    } "ERROR"へジャンプ.

0138 218000                LXI     H,0080H ……H,Lレジスタに,DMAバッファの先頭アド
                                              レスをセット.
                 DISP:
013B 7E                    MOV     A,M      ┐
013C CD5001                CALL    HEXDSPLY │
013F 23                    INX     H        │ アドレス80H～FFHの128バイトの内容を,
                                            │ コンソールへタイプ・アウトする.
0140 7D                    MOV     A,L      │
0141 B7                    ORA     A        │
0142 C23B01                JNZ     DISP     ┘

0145 0E09                  MVI     C,9,     ┐
0147 118601                LXI     D,MSGCRLF│ 復帰・改行の出力.
014A CD0500                CALL    0005H    ┘

014D C31701                JMP     NXTREC  ……次のレコードの読み出しへループ.


                 HEXDSPLY:
0150 F5                    PUSH    PSW      ┐
0151 0F0F0F0F              RRC! RRC! RRC! RRC│
0155 CD5901                CALL    HOUT1    │
0158 F1                    POP     PSW      │
0159 E60F        HOUT1:    ANI     0FH      │ Aレジスタの値を,16進で表示する
015B C630                  ADI     30H      │ サブルーチン.
015D FE3A                  CPI     3AH      │
015F DA6401                JC      HOUT2    │
0162 C607                  ADI     7        │
0164 CD6801      HOUT2:    CALL    CONOUT   │
0167 C9                    RET              ┘


                 CONOUT:
0168 E5                    PUSH    H        ┐
0169 0E02                  MVI     C,2      │
016B 5F                    MOV     E,A      │ Aレジスタのアスキー・コードをコンソール
016C CD0500                CALL    0005H    │ に出力するサブルーチン.
016F E1                    POP     H        │
0170 C9                    RET              ┘
```

```
                 ERROR:
0171 0E09                 MVI     C,9
0173 117A01               LXI     D,MSGERR  エラー・メッセージの出力サブルーチン.
0176 CD0500               CALL    0005H
0179 C9                   RET

017A 0D0A455252 MSGERR: DB      0DH,0AH,'ERROR !',0DH,0AH,'$'
0186 0D0A0D0A24 MSGCRLF: DB     0DH,0AH,0DH,0AH,'$'

018B            GETADR: DS      2

018D                      END


A>
```

Figure-2.2.62　ファンクション：33　実習プログラムのPRN形式のソース・リスト.

上記ソース・リストからアセンブリ・ソース・ファイルを作り，アセンブルし，〝33．COM〟を生成して実行してみましょう.

ファンクション：33 実習プログラムの実行

当プログラムを実行する前に，まず，ランダム・リードを行うためのレコード番号表を，アドレス4000Hからのエリアにロードしておきます.

レコード番号表がロードできたら，当プログラムを実行します．実行するコマンド形式を次に示します.

33␣x：filename．ext ↵……ドライブx：上のファイル〝filename．ext〟を，アドレス4000Hからのレコード番号表に従ってランダム・リードし，タイプアウトする.

実行例として，次項で解説するファンクション：34「ランダムな書き込み」での実習で作成したランダム・ファイル〝TEST．RND〟を，読み出して，コンソールにタイプアウトしてみましょう（先に次項を実習して下さい).

読み出す順序は，書き込みを行ったランダム・レコードと同じ順序で（アドレス4000Hからの内容）で行いますので，タイプアウトは，00，01，……0Cの順に，128バイトずつ行われるはずです.

この実行例を次に示します.

```
A>DDT RND.HEX ↲  ……ランダム・レコードNo.のテーブルをロード(RND.HEXについては,
DDT VERS 2.2        次項のファンクション:34を参照).
NEXT  PC
401C 0000  ……当プログラムでは,ランダム・レコードNo.のテーブルは4000H～に設定してある.
-^C  ……DDTを終わる.

A>DIR B:↲ ……読み出そうとしているファイルの確認.
B: TEST     RND

A>33 B:TEST.RND ↲
00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000
00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000
00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000
0000000000000000

01010101010101010101010101010101010101010101010101010101010101010101010101010101
01010101010101010101010101010101010101010101010101010101010101010101010101010101
01010101010101010101010101010101010101010101010101010101010101010101010101010101
0101010101010101

02020202020202020202020202020202020202020202020202020202020202020202020202020202
02020202020202020202020202020202020202020202020202020202020202020202020202020202
02020202020202020202020202020202020202020202020202020202020202020202020202020202
0202020202020202

03030303030303030303030303030303030303030303030303030303030303030303030303030303
03030303030303030303030303030303030303030303030303030303030303030303030303030303
03030303030303030303030303030303030303030303030303030303030303030303030303030303
0303030303030303

04040404040404040404040404040404040404040404040404040404040404040404040404040404
04040404040404040404040404040404040404040404040404040404040404040404040404040404
04040404040404040404040404040404040404040404040404040404040404040404040404040404
0404040404040404

05050505050505050505050505050505050505050505050505050505050505050505050505050505
05050505050505050505050505050505050505050505050505050505050505050505050505050505
05050505050505050505050505050505050505050505050505050505050505050505050505050505
0505050505050505

06060606060606060606060606060606060606060606060606060606060606060606060606060606
06060606060606060606060606060606060606060606060606060606060606060606060606060606
06060606060606060606060606060606060606060606060606060606060606060606060606060606
0606060606060606

07070707070707070707070707070707070707070707070707070707070707070707070707070707
07070707070707070707070707070707070707070707070707070707070707070707070707070707
07070707070707070707070707070707070707070707070707070707070707070707070707070707
0707070707070707

08080808080808080808080808080808080808080808080808080808080808080808080808080808
08080808080808080808080808080808080808080808080808080808080808080808080808080808
08080808080808080808080808080808080808080808080808080808080808080808080808080808
0808080808080808

09090909090909090909090909090909090909090909090909090909090909090909090909090909
09090909090909090909090909090909090909090909090909090909090909090909090909090909
09090909090909090909090909090909090909090909090909090909090909090909090909090909
0909090909090909
```

```
0A0A0A0A0A0A0A0A0A0A0A0A0A0A0A0A0A0A0A0A0A0A0A0A0A0A0A0A0A0A0A0A0A0A0A0A0A0A0A0A
0A0A0A0A0A0A0A0A0A0A0A0A0A0A0A0A0A0A0A0A0A0A0A0A0A0A0A0A0A0A0A0A0A0A0A0A0A0A0A0A
0A0A0A0A0A0A0A0A0A0A0A0A0A0A0A0A0A0A0A0A0A0A0A0A0A0A0A0A0A0A0A0A0A0A0A0A0A0A0A0A
0A0A0A0A0A0A0A0A

0B0B0B0B0B0B0B0B0B0B0B0B0B0B0B0B0B0B0B0B0B0B0B0B0B0B0B0B0B0B0B0B0B0B0B0B0B0B0B0B
0B0B0B0B0B0B0B0B0B0B0B0B0B0B0B0B0B0B0B0B0B0B0B0B0B0B0B0B0B0B0B0B0B0B0B0B0B0B0B0B
0B0B0B0B0B0B0B0B0B0B0B0B0B0B0B0B0B0B0B0B0B0B0B0B0B0B0B0B0B0B0B0B0B0B0B0B0B0B0B0B
0B0B0B0B0B0B0B0B

0C0C0C0C0C0C0C0C0C0C0C0C0C0C0C0C0C0C0C0C0C0C0C0C0C0C0C0C0C0C0C0C0C0C0C0C0C0C0C0C
0C0C0C0C0C0C0C0C0C0C0C0C0C0C0C0C0C0C0C0C0C0C0C0C0C0C0C0C0C0C0C0C0C0C0C0C0C0C0C0C
0C0C0C0C0C0C0C0C0C0C0C0C0C0C0C0C0C0C0C0C0C0C0C0C0C0C0C0C0C0C0C0C0C0C0C0C0C0C0C0C
0C0C0C0C0C0C0C0C

A>
```

―― 次項で行ったランダムな書き込みと同じ順序で各レコードが読み出されていることが,00→0C の順序から分かる.

Figure-2.2.63　ファンクション：33　実習プログラムの実行.

ファンクション：34の実習

ファンクション：34…ランダムな書き込み

CALL手順

```
MVI       C, 34…… (=22H)
(D, E) ←FCBアドレス
CALL      0005H
    ⇩
(書き込みが正常に行われた場合は，Aレジスタに00が，正常でない場合は，01～06のエラー・コードが格納されている)
```

機能

DMAバッファ(デフォールトは，80H～FFH)の内容をFCBのr0，r1フィールドにセットされているディスク上のレコード番号に書き込む.

詳細は，〝読み出し〞が〝書き込み〞となるだけで,前項のファンクション：33「ランダムな読み出し」と同様である．前項を参照.

ただし，エラー・コード05のみは意味が異なり，ディレクトリがフルとなって，これ以上新しいロジカル・エクステントを作ることができないことを示す.

実習プログラム ファンクション：34

ランダム・アクセスの基本動作を理解するために，ランダムな任意のレコード番号にデータを書き込んで行き，ランダム・ファイルを作成するプログラムを作成する．
分かり易くするために，ランダムな任意のレコード番号は，アクセスする順に，アドレス4000Hからのエリアに事前にロードしておく．このレコード番号表は，当プログラムでは，何の意味もない適当なレコード番号を並べておくだけであるが，本来のランダム・アクセスを利用したプログラムでは，例えば住所録や，ワードプロセッサの〝辞書〟などの検索のための〝リファレンス・テーブル〟（対応表）である．
まず，このレコード番号を並べたテーブルを作る．DDTのSコマンドで，直接書き込んで行っても良いが，見て分かり易いように，エディタとアセンブラを使ってランダムなレコード番号を作成した．

ファイル名を〝RND．ASM〟としてアセンブルし，できた〝RND．HEX〟をDDTを使って4000Hにロードします(ORGが4000Hとしてあるので，自動的に4000Hからロードされる)．〝RND．ASM〟をアセンブルしてできたPRNファイル〝RND．PRN〟を次に示します．

```
A>TYPE RND.PRN

4000                ORG     4000H

4000 0000           DW      00$00h
4002 0100           DW      00$01h
4004 0200           DW      00$02h

4006 A601           DW      01$A6h
4008 A501           DW      01$A5h
400A 4701           DW      01$47h

400C 1802           DW      02$18h
400E 1A02           DW      02$1Ah
4010 1702           DW      02$17h

4012 A700           DW      00$A7h
4014 A500           DW      00$A5h
4016 3000           DW      00$30h
4018 2B00           DW      00$2Bh
401A FFFF           DW      0FF$FFh

401C                END

A>
```


Figure-2.2.64　ランダム・レコード表を作るためのアセンブリ・ソース・ファイル．

プログラムは，アドレス4000Hからロードされるこのランダムなレコード番号の順にディスクをアクセスし，DAMバッファ上の128バイトのデータを書き込んで行きます．書き込むデータは，結果の確認がし易いように1レコード，オール00から始まり，1レコードごとに01，02，03とインクリメントして行きます．1レコードの128バイトは，すべて同じ値です．

このプログラムのPRN形式のソース・リストを次に示します．

```
A>TYPE 34.PRN
                    ;-----------------------------------------------;
                    ;    FUNCTION  34: WRITE RANDOM                 ;
                    ;-----------------------------------------------;

0100                      ORG     100H
005C =              FCB   EQU     005CH   ……FCBアドレスは，デフォールトの5CHに設定．
                    START:
0100 210040               LXI     H,4000H  レコード番号表から，次々とレコードNo.を
0103 227401               SHLD    GETADR   取り出すためのアドレス・ポインタ"GET-
                                           ADR"に，初期値4000Hをセット．

0106 AF                   XRA     A        各レコードに書き込むデータを格納するバ
0107 327601               STA     WTPATTN  ッファ"WTPATTN"に，初期値"00"をセット．

010A 0E16                 MVI     C,22     FCBに格納されているファイル(コマンド・
010C 115C00               LXI     D,FCB    ラインに記述したファイル)を新たに作成す
010F CD0500               CALL    0005H    る．

0112 FEFF                 CPI     255      ディレクトリがいっぱいで作成できない場合
0114 CA4F01               JZ      ERROR    は，"ERROR"にジャンプ．

0117 AF                   XRA     A        FCBの"r2"フィールドに00をセットしてお
0118 327F00               STA     FCB+35   く．
                    NXTREC:
011B 218000               LXI     H,80H
011E 3A7601               LDA     WTPATTN
0121 4F                   MOV     C,A
                                           デフォールトのDMAバッファ，80H～FFHの
                    BUFLOOP:               128バイトを，書き込みデータ用バッファ"W-
0122 71                   MOV     M,C      TPATTN"に格納されている1バイトのデータ
0123 23                   INX     H        でフィルする(うめる)．
0124 7D                   MOV     A,L
0125 B7                   ORA     A
0126 C22201               JNZ     BUFLOOP

0129 0C                   INR     C        書き込み用データの値を1つインクリメント
012A 79                   MOV     A,C      し，"WTPATTN"に格納．
012B 327601               STA     WTPATTN
                    PUTROR1:
012E 2A7401               LHLD    GETADR
0131 7E                   MOV     A,M      アドレス4000Hからのレコード番号表から，
0132 327D00               STA     FCB+33   アドレス・ポインタ"GETADR"の指し示すレ
0135 23                   INX     H        コードNo.を取り出し，FCBの"r0"，"r1" フ
0136 7E                   MOV     A,M      ィールドへセットする．
0137 327E00               STA     FCB+34

013A FEFF                 CPI     0FFH     "r1"の値がFFHの場合は，レコード番号表の
013C CA5801               JZ      CLOSE    終了を示すので，"CLOSE"へジャンプ．
```

```
013F 23                 INX     H             次のレコードに，アドレス・ポインタをセット.
0140 227401             SHLD    GETADR

0143 0E22               MVI     C,34
0145 115C00             LXI     D,FCB         "ランダムな書き込み"のシステム・コール.
0148 CD0500             CALL    0005H

014B B7                 ORA     A             正常に書き込みが行われた場合は，"NXT-
014C CA1B01             JZ      NXTREC        REC"へジャンプし，ループ.
            ERROR:
014F 0E09               MVI     C,9           エラー・メッセージを出力し，プログラムを終
0151 116801             LXI     D,MSGERR      了してCP/Mへ戻る.
0154 CD0500             CALL    0005H
0157 C9                 RET

            CLOSE:
0158 0E10               MVI     C,16
015A 115C00             LXI     D,FCB         ファイル・クローズのシステム・コール.
015D CD0500             CALL    0005H         クローズし終わって，ファイルが正常に生成されたら，
                                              0Hにジャンプし，リブートしてCP/Mに戻る. クローズ
0160 FEFF               CPI     255           できない場合は，"ERR-OR"にジャンプ.
0162 CA4F01             JZ      ERROR
0165 C30000             JMP     0000

0168 0D0A455252 MSGERR: DB      0DH,0AH,'ERROR !',0DH,0AH,'$'

0174            GETADR: DS      2
0176            WTPATTN:DS      1

0177                    END

A>
```

Figure-2.2.65　ファンクション：34　実習プログラムのPRN形式のソース・リスト．

上記ソース・リストからアセンブリ・ソース・ファイルを作り，アセンブルし，〝34．COM〟を生成して実行してみましょう．

ファンクション：34 実習プログラムの実行

新たにフォーマットした空ディスケットをドライブB：にセットし，当プログラムを実行してみましょう．

当プログラムの実行には，NECのPC-8001CP／Mを使いました．このCP／Mには，ディスクの〝スキュー〟がなく，フィジカルなセクタNo.順にリード／ライトが行われるので，当プログラムの実行結果を解説する際，ランダム・レコード番号，ディレクトリのデータ，実際のセクタの関係が分かり易くなるので好都合です．

当プログラムの実行には，事前にランダム・レコード番号の表をアドレス4000Hからロードしておきます．

まず，その実行例から示します．

```
A>DDT RND.HEX ↲       ……"RND.HEX"をDDTを使ってロードし,これをランダム番号表として使用する.
                        ソース・ファイル"RND.ASM"の"ORG"は,4000Hとしてあるので,ランダム番号表は
DDT VERS 2.2            自動的に4000Hからロードされる.
NEXT  PC
401C 0000
-D4000,402F ↲   ……ロードされたランダム番号の確認. 0000,0001,0002,01A6,…と,ロードされている.
4000 00 00 01 00 02 00 A6 01 A5 01 47 01 18 02 1A 02 ..........G.....
4010 17 02 A7 00 A5 00 30 00 2B 00 FF FF 00 00 00 00 ......0.+.......
4020 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 ................
-^C
A>
```

Figure-2.2.66　ランダム・レコード番号表を，アドレス4000Hからロードしておく.

ランダム・レコード番号表がロードされたので，当プログラムを実行してみましょう.

実行するためのコマンド形式を次に示します.

34␣x：filename.ext ↲……ドライブx：上に，ランダム・ファイル〝filename.ext〟が作られる.

実行例を次に示します.

```
A>34 B:TEST.RND ↲      ……実習プログラムの実行.ファイル名"TEST.RND"のランダム・アクセス・ファイル
                         が，ドライブB：上に作られる.

A>STAT B:TEST.RND ↲    ……ドライブB：上に作られた,ランダム・ファイル"TEST.RND"の確認.

 Recs  Bytes  Ext Acc
  227     8k    5 R/W B:TEST.RND ……実際は13レコードのみ書き込みが行われたファイルであるのに,
Bytes Remaining On B: 233k          レコード数：227,バイト数：8K,エクステント数：5と表示され
                                    ていることに注目.
A>
```

Figure-2.2.67　ファンクション：34　実習プログラムの実行.

ランダム・ファイルが，空のディスケット上に作られました.

では，ランダム・ファイルとはどのようなものであるのか，まず「レコード番号——ディレクトリ——実際のトラック・セクタ番号」の関係から解説して行きましょう.

まず，〝34.COM〟の実行によって作られたランダム・ファイル，〝TEST.RND〟のディレクトリを，シンクウェア・ラブズ社のセクタ・ディスプレイ・プログラムを使って調べてみます．空のディスケット上に作られたファイルなので，8インチ標準ディスクやPC-8001の1W（片面）では，ディレクトリ部の先頭である，トラック02のセクタ01から，〝TEST.RND〟のディレクトリが記録されているはずです．そのディレクトリ部の様子を次に示します.

```
A>SECDIS

     ======   SECTOR DISPLAY PROGRAM  V1.5   ======
                  for PC-8001 CP/M
              copyright by SYNCWARE LABS

input disk name A - D   >B
input track# 00-34   >02
input sector# 01-32   >01
D)isplay,   N)ext sector disp.,   A)uto next,   X) any sector   R)eboot CP/M
input   D,   N,   A,   X,   R,   >D

DISK=B  TRACK=02   SECTOR=01
B:00  00 54 45 53 54 20 20 20 20 52 4E 44 00 00 00 31  .TEST   RND...1
B:10  02 00 00 00 00 09 08 00 00 00 00 00 00 00 00 00  ................
B:20  00 54 45 53 54 20 20 20 20 52 4E 44 03 00 00 27  .TEST   RND...'
B:30  00 00 00 00 03 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00  ................
B:40  00 54 45 53 54 20 20 20 20 52 4E 44 02 00 00 48  .TEST   RND...H
B:50  00 00 00 00 00 00 00 00 04 00 00 00 00 00 00 00  ................
B:60  00 54 45 53 54 20 20 20 20 52 4E 44 04 00 00 1B  .TEST   RND....
B:70  00 00 06 05 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00  ................

DISK=B  TRACK=02   SECTOR=02
B:00  00 54 45 53 54 20 20 20 20 52 4E 44 01 00 00 28  .TEST   RND...(
B:10  00 00 00 00 07 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00  ................
B:20  E5 E5 E5 E5 E5 E5 E5 E5 E5 E5 E5 E5 E5 E5 E5 E5  ................
B:30  E5 E5 E5 E5 E5 E5 E5 E5 E5 E5 E5 E5 E5 E5 E5 E5  ................
B:40  E5 E5 E5 E5 E5 E5 E5 E5 E5 E5 E5 E5 E5 E5 E5 E5  ................
B:50  E5 E5 E5 E5 E5 E5 E5 E5 E5 E5 E5 E5 E5 E5 E5 E5  ................
B:60  E5 E5 E5 E5 E5 E5 E5 E5 E5 E5 E5 E5 E5 E5 E5 E5  ................
B:70  E5 E5 E5 E5 E5 E5 E5 E5 E5 E5 E5 E5 E5 E5 E5 E5  ................
```

Figure-2.2.68　ファイル〝TEST．RND〟のディレクトリ部のセクタ・ダンプ．

実習プログラムによって作られたランダム・ファイル〝TEST．RND〟によって，５つのロジカル・エクステント（１ロジカル・エクステントは32バイトから成る）が生成されていることに注目して下さい．さらに注目する箇所は，それぞれのエクステントの，

13バイト目……そのエクステントの番号（00～31　10進）．

16バイト目……そのエクステント中で使用されたレコード数（１～128　10進）．

17バイト目～32バイト目……アロケーション・マップ．

であり，それぞれのアロケーション・マップの〝○〟印の値と，その位置にも注目して下さい．

次に，このディレクトリの注目すべき部分を，分かり易く書き移した表を示します．それぞれのエクステントの13バイト目（エクステント番号）を左端に，16バイト目（レコード数）を右端に置いて，各エクステントを１行で示してあります．

13バイト目の値をここに移したもの.

16バイト目の値をここに移したもの.

DISK=B TRACK=02 SECTOR=01 ディスク・アロケーション・マップ

ロジカル・エクステントの番号																	レコードNo.	それぞれのエクステント中で使用されたレコード数(HEX)
(00) 最初(0番目)のロジカル・エクステント	02 00-07	00 08-0F	00 10-17	00 18-1F	00 20-27	09 28-2F	08 30-37	00 38-3F	00 40-47	00 48-4F	00 50-57	00 58-5F	00 60-67	00 68-6F	00 70-77	00 78-7F	レコードNo.	(31) 当エクステント中に49レコード
(03) 3番目のロジカル・エクステント	00 180-187	00 188-18F	00 190-197	00 198-19F	03 1A0-1A7	00 1A8-1AF	00 1B0-1B7	00 1B8-1BF	00 1C0-1C7	00 1C8-1CF	00 1D0-1D7	00 1D8-1DF	00 1E0-1E7	00 1E8-1EF	00 1F0-1F7	00 1F8-1FF	レコードNo.	(27) 当エクステント中に39レコード
(02) 2番目のロジカル・エクステント	00 100-107	00 108-10F	00 110-117	00 118-11F	00 120-127	00 128-12F	00 130-137	00 138-13F	04 140-147	00 148-14F	00 150-157	00 158-15F	00 160-167	00 168-16F	00 170-177	00 178-17F	レコードNo.	(48) 当エクステント中に72レコード
(04) 4番目のロジカル・エクステント	00 200-207	00 208-20F	06 210-217	05 218-21F	00 220-227	00 228-22F	00 230-237	00 238-23F	00 240-247	00 248-24F	00 250-257	00 258-25F	00 260-267	00 268-26F	00 270-277	00 278-27F	レコードNo.	(1B) 当エクステント中に27レコード
DISK=B TRACK=02 SECTOR=02																		
(01) 1番目のロジカル・エクステント	00 80-87	00 88-8F	00 90-97	00 98-9F	07 A0-A7	00 A8-AF	00 B0-B7	00 B8-BF	00 C0-C7	00 C8-CF	00 D0-D7	00 D8-DF	00 E0-E7	00 E8-EF	00 F0-F7	00 F8-FF	レコードNo.	(28) 当エクステント中に40レコード
( )	E5	E5	E5	E5	E5	E5	E5	E5	E5	E5	E5	E5	E5	E5	E5	E5		( )

まだ作られていないロジカル・エクステント

ロジカル・エクステントの番号

それぞれのエクステント中で使用されたレコード数(HEX). この例では合計=49+39+72+27+40=227(10進) となり, Figure-2.2.67の"Recs"の項と一致する.

Figure-2.2.69 「エクステント番号——アロケーション・マップ・レコード番号——含まれるレコード数」の関係.

この表を基に，ランダム・ファイルの詳細な解説に入りましょう.

まず，8インチ標準ディスクでは，1ロジカル・エクステントで16Kバイトのディスク上のデータを管理することができます．各エクステントに，16バイトのディスク・アロケーション・マップがあり，その1バイトがディスク上の1Kバイトのブロックをマッピング（指し示す）するため，16バイトで16Kバイトのディスク上のエリアを管理できる訳です.

ランダム・ファイルでは，シーケンシャル・ファイルと異なり，ロジカル・エクステントの番号が，00，01，02，……と，順番通りには並びません．Figure-2.2.69の例では，00，03，02，04，01という順になっています.

また，ディスク・アロケーション・マップ上でも，シーケンシャル・ファイルのように，左から順にマッピングされている訳ではありません．中抜けで，とびとびにマッピングされています．

Figure-2.2.68およびFigure-2.2.69で，4番目のエクステントについて説明しましょう．このエクステントの16バイトは，次のようになっています．

00 T E S T ␣ ␣ ␣ ␣ R N D 04 00 00 18
00 00 06 05 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00

13バイト目のエクステント番号が〝04〟であるということは，そのエクステントが04×128＝04×80（HEX）＝200（HEX）台の128個のレコードを管理することを示しています．つまり，レコード番号の200（HEX）～27F（HEX）を，この4番目のエクステントが管理するのです．

そして，アロケーション・マップの3バイト目の〝06〟という値は，この3バイト目，つまりレコード番号の210（HEX）～217（HEX）の8レコードが，ディスク上の1Kバイト単位の位置を示す，ブロック06（8インチ標準ディスクでは，1ブロックは8レコード＝1Kバイト）に当っていることを示しています．

アロケーション・マップの4バイト目の〝05〟は，同じく当ファイルのレコード番号218（HEX）～21F（HEX）の8レコードが，ディスク上のブロック05に当っていることを示しています．

ブロック番号は，00から始まり，ディレクトリ・エリアの先頭を00として，8セクタごとに01, 02,……となります．よって，8インチ標準ディスクやPC-8001CP／M（1W）では，次の表のようになります．

（注）標準ディスクは，この表の値にスキュー変換したものが，物理的なセクタ番号となります．

	ブロック番号	通算セクタ番号	実際のトラック，セクタ番号			
			標準ディスク 26セクタ/1トラック（スキュー変換前）		PC−8001(1W)ディスク 32セクタ/1トラック（スキューなし）	
ディレクトリ部	00	01～08	01～08	トラック02	01～08	トラック02
	01	09～16	09～16		09～16	
	02	17～24	17～24		17～24	
ファイル格納部	03	25～32	25～26 01～06	トラック02 トラック03	25～32	
	04	33～40	07～14		01～08	トラック03
	05	41～48	15～22		09～16	
	06	49～56	23～26 01～04	トラック03 トラック04	17～24	
	07	57～64	05～12		25～32	
	08 ⋮	65～72 ⋮	13～20 ⋮		01～08 ⋮	トラック04

Figure-2.2.70　当例題の実行で書き込まれたレコードのディスク上のアロケーション

例えば，Figure-2.2.69のブロック04は，PC-8001 CP／M(1W) のディスクでは，トラック03のセクタ01～08に当たっていることになります．しかしFigure-2.2.64を見ると，ブロック04のレコード番号140～147の内，147のみしか書き込みを行っていません．よって，トラック03のセクタ08のみにデータ〝05″が書き込まれているはずです．

実習プログラムを実行した後，実際にデータが書き込まれたセクタをダンプして次に示します．

```
DISK=B   TRACK=02    SECTOR=17
B:00   00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00    ................
B:10   00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00    ................
B:20   00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00    ................
B:30   00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00    ................
B:40   00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00    ................
B:50   00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00    ................
B:60   00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00    ................
B:70   00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00    ................

DISK=B   TRACK=02    SECTOR=18
B:00   01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01    ................
B:10   01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01    ................
B:20   01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01    ................
B:30   01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01    ................
B:40   01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01    ................
B:50   01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01    ................
B:60   01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01    ................
B:70   01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01    ................

DISK=B   TRACK=02    SECTOR=19
B:00   02 02 02 02 02 02 02 02 02 02 02 02 02 02 02 02    ................
B:10   02 02 02 02 02 02 02 02 02 02 02 02 02 02 02 02    ................
B:20   02 02 02 02 02 02 02 02 02 02 02 02 02 02 02 02    ................
B:30   02 02 02 02 02 02 02 02 02 02 02 02 02 02 02 02    ................
B:40   02 02 02 02 02 02 02 02 02 02 02 02 02 02 02 02    ................
B:50   02 02 02 02 02 02 02 02 02 02 02 02 02 02 02 02    ................
B:60   02 02 02 02 02 02 02 02 02 02 02 02 02 02 02 02    ................
B:70   02 02 02 02 02 02 02 02 02 02 02 02 02 02 02 02    ................

DISK=B   TRACK=02    SECTOR=30
B:00   04 04 04 04 04 04 04 04 04 04 04 04 04 04 04 04    ................
B:10   04 04 04 04 04 04 04 04 04 04 04 04 04 04 04 04    ................
B:20   04 04 04 04 04 04 04 04 04 04 04 04 04 04 04 04    ................
B:30   04 04 04 04 04 04 04 04 04 04 04 04 04 04 04 04    ................
B:40   04 04 04 04 04 04 04 04 04 04 04 04 04 04 04 04    ................
B:50   04 04 04 04 04 04 04 04 04 04 04 04 04 04 04 04    ................
B:60   04 04 04 04 04 04 04 04 04 04 04 04 04 04 04 04    ................
B:70   04 04 04 04 04 04 04 04 04 04 04 04 04 04 04 04    ................

DISK=B   TRACK=02    SECTOR=31
B:00   03 03 03 03 03 03 03 03 03 03 03 03 03 03 03 03    ................
B:10   03 03 03 03 03 03 03 03 03 03 03 03 03 03 03 03    ................
B:20   03 03 03 03 03 03 03 03 03 03 03 03 03 03 03 03    ................
B:30   03 03 03 03 03 03 03 03 03 03 03 03 03 03 03 03    ................
B:40   03 03 03 03 03 03 03 03 03 03 03 03 03 03 03 03    ................
B:50   03 03 03 03 03 03 03 03 03 03 03 03 03 03 03 03    ................
B:60   03 03 03 03 03 03 03 03 03 03 03 03 03 03 03 03    ................
B:70   03 03 03 03 03 03 03 03 03 03 03 03 03 03 03 03    ................
```

```
DISK=B  TRACK=03   SECTOR=08
B:00  05 05 05 05 05 05 05 05 05 05 05 05 05 05 05 05   ................
B:10  05 05 05 05 05 05 05 05 05 05 05 05 05 05 05 05   ................
B:20  05 05 05 05 05 05 05 05 05 05 05 05 05 05 05 05   ................
B:30  05 05 05 05 05 05 05 05 05 05 05 05 05 05 05 05   ................
B:40  05 05 05 05 05 05 05 05 05 05 05 05 05 05 05 05   ................
B:50  05 05 05 05 05 05 05 05 05 05 05 05 05 05 05 05   ................
B:60  05 05 05 05 05 05 05 05 05 05 05 05 05 05 05 05   ................
B:70  05 05 05 05 05 05 05 05 05 05 05 05 05 05 05 05   ................

DISK=B  TRACK=03   SECTOR=09
B:00  06 06 06 06 06 06 06 06 06 06 06 06 06 06 06 06   ................
B:10  06 06 06 06 06 06 06 06 06 06 06 06 06 06 06 06   ................
B:20  06 06 06 06 06 06 06 06 06 06 06 06 06 06 06 06   ................
B:30  06 06 06 06 06 06 06 06 06 06 06 06 06 06 06 06   ................
B:40  06 06 06 06 06 06 06 06 06 06 06 06 06 06 06 06   ................
B:50  06 06 06 06 06 06 06 06 06 06 06 06 06 06 06 06   ................
B:60  06 06 06 06 06 06 06 06 06 06 06 06 06 06 06 06   ................
B:70  06 06 06 06 06 06 06 06 06 06 06 06 06 06 06 06   ................

DISK=B  TRACK=03   SECTOR=11
B:00  07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07   ................
B:10  07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07   ................
B:20  07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07   ................
B:30  07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07   ................
B:40  07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07   ................
B:50  07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07   ................
B:60  07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07   ................
B:70  07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07   ................

DISK=B  TRACK=03   SECTOR=24
B:00  08 08 08 08 08 08 08 08 08 08 08 08 08 08 08 08   ................
B:10  08 08 08 08 08 08 08 08 08 08 08 08 08 08 08 08   ................
B:20  08 08 08 08 08 08 08 08 08 08 08 08 08 08 08 08   ................
B:30  08 08 08 08 08 08 08 08 08 08 08 08 08 08 08 08   ................
B:40  08 08 08 08 08 08 08 08 08 08 08 08 08 08 08 08   ................
B:50  08 08 08 08 08 08 08 08 08 08 08 08 08 08 08 08   ................
B:60  08 08 08 08 08 08 08 08 08 08 08 08 08 08 08 08   ................
B:70  08 08 08 08 08 08 08 08 08 08 08 08 08 08 08 08   ................

DISK=B  TRACK=03   SECTOR=30
B:00  0A 0A 0A 0A 0A 0A 0A 0A 0A 0A 0A 0A 0A 0A 0A 0A   ................
B:10  0A 0A 0A 0A 0A 0A 0A 0A 0A 0A 0A 0A 0A 0A 0A 0A   ................
B:20  0A 0A 0A 0A 0A 0A 0A 0A 0A 0A 0A 0A 0A 0A 0A 0A   ................
B:30  0A 0A 0A 0A 0A 0A 0A 0A 0A 0A 0A 0A 0A 0A 0A 0A   ................
B:40  0A 0A 0A 0A 0A 0A 0A 0A 0A 0A 0A 0A 0A 0A 0A 0A   ................
B:50  0A 0A 0A 0A 0A 0A 0A 0A 0A 0A 0A 0A 0A 0A 0A 0A   ................
B:60  0A 0A 0A 0A 0A 0A 0A 0A 0A 0A 0A 0A 0A 0A 0A 0A   ................
B:70  0A 0A 0A 0A 0A 0A 0A 0A 0A 0A 0A 0A 0A 0A 0A 0A   ................

DISK=B  TRACK=03   SECTOR=32
B:00  09 09 09 09 09 09 09 09 09 09 09 09 09 09 09 09   ................
B:10  09 09 09 09 09 09 09 09 09 09 09 09 09 09 09 09   ................
B:20  09 09 09 09 09 09 09 09 09 09 09 09 09 09 09 09   ................
B:30  09 09 09 09 09 09 09 09 09 09 09 09 09 09 09 09   ................
B:40  09 09 09 09 09 09 09 09 09 09 09 09 09 09 09 09   ................
B:50  09 09 09 09 09 09 09 09 09 09 09 09 09 09 09 09   ................
B:60  09 09 09 09 09 09 09 09 09 09 09 09 09 09 09 09   ................
B:70  09 09 09 09 09 09 09 09 09 09 09 09 09 09 09 09   ................
```

```
DISK=B   TRACK=04    SECTOR=01
B:00   0B 0B 0B 0B 0B 0B 0B 0B 0B 0B 0B 0B 0B 0B 0B 0B   ................
B:10   0B 0B 0B 0B 0B 0B 0B 0B 0B 0B 0B 0B 0B 0B 0B 0B   ................
B:20   0B 0B 0B 0B 0B 0B 0B 0B 0B 0B 0B 0B 0B 0B 0B 0B   ................
B:30   0B 0B 0B 0B 0B 0B 0B 0B 0B 0B 0B 0B 0B 0B 0B 0B   ................
B:40   0B 0B 0B 0B 0B 0B 0B 0B 0B 0B 0B 0B 0B 0B 0B 0B   ................
B:50   0B 0B 0B 0B 0B 0B 0B 0B 0B 0B 0B 0B 0B 0B 0B 0B   ................
B:60   0B 0B 0B 0B 0B 0B 0B 0B 0B 0B 0B 0B 0B 0B 0B 0B   ................
B:70   0B 0B 0B 0B 0B 0B 0B 0B 0B 0B 0B 0B 0B 0B 0B 0B   ................

DISK=B   TRACK=04    SECTOR=12
B:00   0C 0C 0C 0C 0C 0C 0C 0C 0C 0C 0C 0C 0C 0C 0C 0C   ................
B:10   0C 0C 0C 0C 0C 0C 0C 0C 0C 0C 0C 0C 0C 0C 0C 0C   ................
B:20   0C 0C 0C 0C 0C 0C 0C 0C 0C 0C 0C 0C 0C 0C 0C 0C   ................
B:30   0C 0C 0C 0C 0C 0C 0C 0C 0C 0C 0C 0C 0C 0C 0C 0C   ................
B:40   0C 0C 0C 0C 0C 0C 0C 0C 0C 0C 0C 0C 0C 0C 0C 0C   ................
B:50   0C 0C 0C 0C 0C 0C 0C 0C 0C 0C 0C 0C 0C 0C 0C 0C   ................
B:60   0C 0C 0C 0C 0C 0C 0C 0C 0C 0C 0C 0C 0C 0C 0C 0C   ................
B:70   0C 0C 0C 0C 0C 0C 0C 0C 0C 0C 0C 0C 0C 0C 0C 0C   ................
```

Figure-2.2.71　実習プログラムの実行により，書き込みが行われたセクタのダンプ．

- Figure-2.2.64のレコード番号と，書き込むデータのリスト．
- Figure-2.2.68，Figure-2.2.69の作成されたファイルのディレクトリのダンプ・リスト．
- Figure-2.2.70のブロック番号に対するディスク上のセクタ表．
- Figure-2.2.71の実際に書き込みが行われたセクタのダンプ・リスト．

これらの資料を関連付けて見ることにより，ランダム・アクセスの機能が理解できるものと思います．

誤解しやすいものの1つに1レコード番号と，ディスク上のアロケーションの関係があります．

1つのファイル内では，各レコード番号は，ディスク上の該当するセクタと1対1に対応しますが，別のファイルでは，先程のファイルと同じレコード番号でも，全く別のセクタに当たります．つまり，レコード番号は，ディスク上の絶対的な位置を示すものではなく，それぞれのファイル内での相対的な位置を示すものであると理解して下さい．

この意味の理解を助けるために，実習プログラム〝34．COM〟を，先程のディスク上に前回と同じレコード番号表により，続けてもう一度実行した場合（今度のファイル名は〝2ND．RND〟とした）のディレクトリ部をダンプして示します．全く同じランダム・レコード番号に書き込みを行った2つのファイルという点に注目して下さい．

```
DISK=B  TRACK=02   SECTOR=01
B:00   00 54 45 53 54 20 20 20 20 52 4E 44 00 00 00 31  .TEST    RND...1
B:10   02 00 00 00 00 09 08 00 00 00 00 00 00 00 00 00  ................
B:20   00 54 45 53 54 20 20 20 20 52 4E 44 03 00 00 27  .TEST    RND...'
B:30   00 00 00 00 03 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00  ................
B:40   00 54 45 53 54 20 20 20 20 52 4E 44 02 00 00 48  .TEST    RND...H
B:50   00 00 00 00 00 00 00 00 04 00 00 00 00 00 00 00  ................
B:60   00 54 45 53 54 20 20 20 20 52 4E 44 04 00 00 1B  .TEST    RND....
B:70   00 00 06 05 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00  ................

DISK=B  TRACK=02   SECTOR=02
B:00   00 54 45 53 54 20 20 20 20 52 4E 44 01 00 00 28  .TEST    RND...(
B:10   00 00 00 00 07 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00  ................
B:20   00 32 4E 44 20 20 20 20 20 52 4E 44 00 00 00 31  .2ND     RND...1
B:30   0A 00 00 00 00 11 10 00 00 00 00 00 00 00 00 00  ................
B:40   00 32 4E 44 20 20 20 20 20 52 4E 44 03 00 00 27  .2ND     RND...'
B:50   00 00 00 00 0B 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00  ................
B:60   00 32 4E 44 20 20 20 20 20 52 4E 44 02 00 00 48  .2ND     RND...H
B:70   00 00 00 00 00 00 00 00 0C 00 00 00 00 00 00 00  ................

DISK=B  TRACK=02   SECTOR=03
B:00   00 32 4E 44 20 20 20 20 20 52 4E 44 04 00 00 1B  .2ND     RND....
B:10   00 00 0E 0D 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00  ................
B:20   00 32 4E 44 20 20 20 20 20 52 4E 44 01 00 00 28  .2ND     RND...(
B:30   00 00 00 00 0F 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00  ................
B:40   E5 E5 E5 E5 E5 E5 E5 E5 E5 E5 E5 E5 E5 E5 E5 E5  ................
B:50   E5 E5 E5 E5 E5 E5 E5 E5 E5 E5 E5 E5 E5 E5 E5 E5  ................
B:60   E5 E5 E5 E5 E5 E5 E5 E5 E5 E5 E5 E5 E5 E5 E5 E5  ................
B:70   E5 E5 E5 E5 E5 E5 E5 E5 E5 E5 E5 E5 E5 E5 E5 E5  ................
```

Figure-2.2.72　全く同じランダム・レコード番号表により，ファイル名の異なる２つのファイルを作る．

前回の"TEST．RND"に続いて，同じようにディレクトリが作られました．しかし，アロケーション・マップのそれぞれのブロック番号だけが異なっており，同じレコード番号を使っても書き込みが行われた物理的なディスク上の位置が異なっていることが分かります．

では次に，ランダムな13のレコードで作られた２つのファイル，"TEST．RND"と"2ND．RND"の内容（ランダム・レコードの取り出し順に，それぞれのセクタが，128バイトの00，01，02，……，00でフィルされている）と，それらのデータが書き込まれたディスク上の物理的な位置の関係を示します．

データが書き込まれたセクタの位置は，Figure-2.2.72と，Figure-2.2.70からも求めることができますが，ここでは，フォーマットした直後の完全に空のディスケットとの，トラックtoトラックの実比較によって調べてみます．先程のシンクウェア・ラブズ社のセクタ・ディスプレイと同じパッケージに含まれている，コンペア・ディスクのプログラムを使っています．

ランダム・アクセスにより書き込まれた２つのファイルが占めるセクタは，"COMPARE ERROR"となって，すべて表示されています．それらのセクタに何が書き込まれていたかを，その右に示しました．

Figure-2.2.73 同一ランダム・レコード番号で２つのファイルを作成した場合の，書き込まれた内容とディスク上の実セクタの関係.

ランダム・アクセスの基本的な機能は，ファンクション：33，34，36，40の実習プログラムで解説されていますが，要するに，「レコードのランダムな読み書きができる」という一言に尽きます．しかし我々CP/Mユーザーにとって，問題はその後のことであり，これらの機能をいかに有効に応用するかということでしょう．

漢字ワード・プロセッサなら「辞書」の検索に応用できるでしょう．「辞書」の〝早見表〟をシーケンシャル・ファイルで作り，〝早見表〟で目標を一応見つけてから，「辞書」にランダム・アクセスさせるか，あるいはもっと効率の良いテクニックを使うのか…….

ランダム・ファイルの応用には，様々のテクニックがあるでしょう．そこは各自で試みて頂きたいと思います．

ファンクション：35の実習

ファンクション：35…ファイル・サイズの計算

CALL手順

```
MVI      C, 35……  (=23H)
(D, E)   ←FCBアドレス
CALL     0005H
    ↓
(FCBのr0, r1, r2にファイル・サイズがセットされる)
```

機能

(D, E)レジスタでアドレスされるFCBで示されるファイルの，エンド・オブ・ファイルの次のレコード番号を，FCBのr0, r1フィールドにセットする．LSBはr0に，MSBはr1にセットされる．ファイルが最大のレコード数である65536を持っている場合は，フィールドr2に01がセットされる．この機能により，ファイルの大きさ（総レコード数）を知ることができる．

FCBのフィールドr0, r1にセットされた値は，シーケンシャル・ファイルの場合は，実際のファイルのサイズと一致するが，ランダム・ファイルの場合は，ファンクション：35の実習でも経験したように〝中ぬけ〟が存在するために，実際に書き込みが行われているレコード数より，ずっと多い見かけ上のファイル・サイズとなる．

もう１つの機能（機能と言うより，上記機能に他ならないが）は，当ファンクションを実行することにより，ファイルの最終レコードの次がFCBのr0, r1にセットされることを利用して，続けてファンクション：34を実行することにより，そのレコード位置にランダムな書き込みを行うことができる．この機能の様々な応用が考えられる．

実習プログラム ファンクション：35

当ファンクションを実行した後のFCBのr0, r1, r2の各フィールドを，ただ表示するだけのプログラムを作り，当機能を確認する．

このプログラムのPRN形式のソース・リストを次に示します．

```
A>TYPE 35.PRN )


                          ;-----------------------------------------------;
                          ;    FUNCTION  35: COMPUTE FILE SIZE            ;
                          ;-----------------------------------------------;

 0100                              ORG      100H
 005C =                  FCB       EQU      005CH  ……FCBアドレスはデフォールトの5CHに設定．

                         START:
 0100 0E23                         MVI      C,35     |
 0102 115C00                       LXI      D,FCB    | "ファイル・サイズの計算"のシステム・コール
 0105 CD0500                       CALL     0005H    |

 0108 3A7D00                       LDA      FCB+33    |
 010B CD1B01                       CALL     DATAOUT   |
 010E 3A7E00                       LDA      FCB+34    | FCBのr0，r1，r2フィールドの順に，その値を
 0111 CD1B01                       CALL     DATAOUT   | コンソールに表示する．
                                                      |
 0114 3A7F00                       LDA      FCB+35    |
 0117 CD1B01                       CALL     DATAOUT   |

 011A C9                           RET  ……プログラムを終了して，CP/Mに戻る．

                         DATAOUT:
 011B F5                           PUSH     PSW       |
 011C 3E20                         MVI      A,' '     |
 011E CD3E01                       CALL     CONOUT    | Aレジスタの値を，スペースを前置きして，
 0121 F1                           POP      PSW       | コンソールに16進で表示するサブルーチン．
 0122 CD2601                       CALL     HEXDSPLY  |
 0125 C9                           RET

                         HEXDSPLY:
 0126 F5                           PUSH     PSW          |
 0127 0F0F0F0F                     RRC! RRC! RRC! RRC    |
 012B CD2F01                       CALL     HOUT1        |
 012E F1                           POP      PSW          |
 012F E60F               HOUT1:    ANI      0FH          | Aレジスタの値を，16進でコンソールに
 0131 C630                         ADI      30H          | 表示するサブルーチン．
 0133 FE3A                         CPI      3AH          |
 0135 DA3A01                       JC       HOUT2        |
 0138 C607                         ADI      7            |
 013A CD3E01             HOUT2:    CALL     CONOUT       |
 013D C9                           RET

                         CONOUT:
 013E 0E02                         MVI      C,2       | Aレジスタのアスキー・キャラクタを，コンソ
 0140 5F                           MOV      E,A       | ールに出力するサブルーチン．
 0141 CD0500                       CALL     0005H     |
 0144 C9                           RET

 0145                              END

A>
```

Figure-2.2.74　ファンクション：35　実習プログラムのPRN形式のソース・リスト．

上記ソース・リストからアセンブリ・ソース・ファイルを作り，アセンブルし，"35．COM" を生成して実行してみましょう．

ファンクション：35 実習プログラムの実行

実行するためのコマンド形式を次に示します．

35␣x：filename．ext ↲……ドライブx：上のファイル "filename．ext" のファイル・サイズを示すFCBのr0，r1，r2の値を表示する．

実行例として，シーケンシャル・ファイルの "PIP．COM" と，ファンクション：34の実習で作成したランダム・ファイル "TEST．RND" に対して実行したものを次に示します．

```
A>STAT PIP.COM ↲ ……ファイル"PIP. COM"の状態を調べておく.

 Recs  Bytes  Ext Acc
   58     8k    1 R/W A:PIP.COM ……Recsの項の値"58"(HEXでは3A)に注目.
Bytes Remaining On A: 125k


A>35 PIP.COM ↲ ……ファイル"PIP. COM"に対して，実習プログラムの実行.

 3A  00  00  ……ファイル・サイズは003A(HEX)と表示された.
 ↑   ↑   ↑     STATコマンドでの値と一致する.
 r0  r1  r2

A>STAT B:TEST.RND ↲ ……ランダム・ファイル"TEST. RND"の状態を調べておく.

 Recs  Bytes  Ext Acc
  227     8k    5 R/W B:TEST.RND ……Recsの項の値"227"(HEXでは021B)に注目.
Bytes Remaining On B: 233k


A>35 B:TEST.RND ↲ ……ファイル"TEST. RND"に対して，実習プログラムの実行.

 1B 02 00 ……ファイル・サイズは021B(HEX)と表示された．STATコマンドでの値と一致する.

A>
```

Figure-2.2.75　ファンクション：35　実習プログラムの実行例.

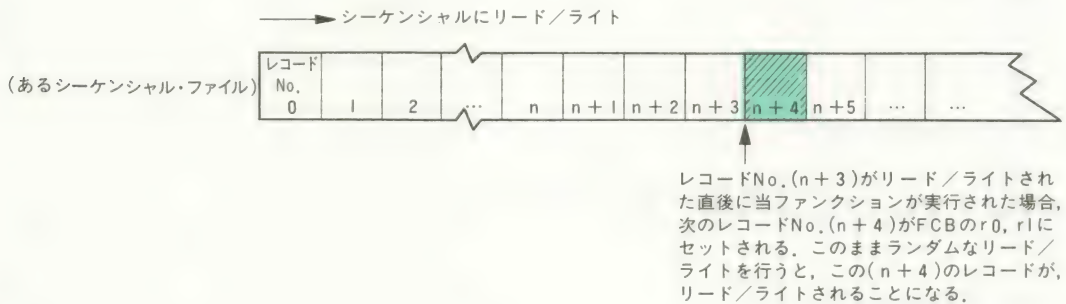
ファンクション：36の実習

ファンクション：36……ランダム・レコードのセット

CALL手順

```
MVI      C, 36……（=24H）
（D, E） ←FCBアドレス
CALL     0005H
   ↓
（FCBのr0, r1, r2に，ランダム・レコードNo.をセットする）
```

機能

ファイルをシーケンシャルにリード／ライトして，任意の位置で当ファンクションを実行すると，シーケンシャルにリード／ライトした最後のレコード＋1のレコードNo.をFCBのr0, r1, r2フィールドにセットし，そのレコードからのランダムなリード／ライトを可能にする．

実習プログラム ファンクション：36

当ファンクションを基にしたランダム・アクセスによる検索プログラムの作成例が，次の2．3章にあります．その検索プログラムでは，シーケンシャルにリード／ライトされる部分が，各インデックスに対応したランダム・レコードNo.を格納するマップ部となっています．ただし，ここでのプログラムではマップ部は，わずか1レコードです．1レコードですが，このマップ部を実習のために一応シーケンシャルにリード／ライトを行っています．

当ファンクションを含めて，ランダム・アクセスの応用例として，2．3章の「ランダム・アクセスによる検索プログラムの作成」を参照して下さい．

ファンクション：37の実習

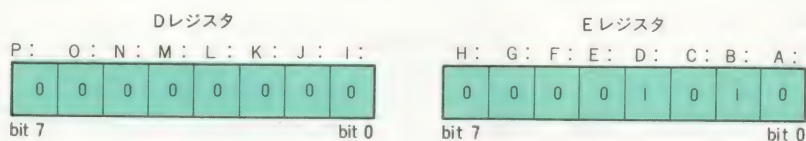
ファンクション：37…ディスク・ドライブのリセット

CALL手順

```
MVI      C，37…… （=25H)
 (D，E)  ←ドライブ・ベクトル
CALL     0005H
           ⬇
 ((D，E) レジスタの16ビットのベクトルで示されるドライブがリセットされる)
```

機能

(D，E)レジスタにセットする16ビットのベクトルに従って，ディスク・ドライブのA：～P：の任意のものをリセット状態にする．

例えば，16ビットのベクトルが次のようであれば，

上記ベクトルにより，ドライブB：とD：がリセットされる．

ディスク・ドライブは，リセットによりオンライン状態を解かれ，ドライブがR／Oにセットされている場合は，R／Wにリセットされる．

実習プログラム ファンクション：37

> 当ファンクションは，一度に複数のドライブをリセットできるが，ここでは実習プログラムを簡単にするため，A：～D：の4つのドライブの内，任意の1つのドライブをリセットするプログラムを作成する．

プログラムを実行すると，リセットしたいドライブ名を問い合わせてきますので，A～Dの任意のドライブ名をキーインすると，そのドライブがリセットされます．

このプログラムのPRN形式のソース・リストを次に示します．

```
A>TYPE 37.PRN

                    ;---------------------------------------------------;
                    ;    FUNCTION  37: RESET VRIVE (Vector)             ;
                    ;---------------------------------------------------;

 0100                         ORG     100H
                    START:
 0100 0E09                    MVI     C,9
 0102 113D01                  LXI     D,MSGKIN
 0105 CD0500                  CALL    0005H
                    KINERR:
 0108 0E01                    MVI     C,1
 010A CD0500                  CALL    0005H

 010D FE41                    CPI     'A'
 010F 110100                  LXI     D,0000$0001B
 0112 CA3701                  JZ      RESET

 0115 FE42                    CPI     'B'
 0117 110200                  LXI     D,0000$0010B
 011A CA3701                  JZ      RESET

 011D FE43                    CPI     'C'
 011F 110400                  LXI     D,0000$0100B
 0122 CA3701                  JZ      RESET

 0125 FE44                    CPI     'D'
 0127 110800                  LXI     D,0000$1000B
 012A CA3701                  JZ      RESET

 012D 0E02                    MVI     C,2
 012F 1E3F                    MVI     E,'?'
 0131 CD0500                  CALL    0005H
 0134 C30801                  JMP     KINERR

                    RESET:
 0137 0E25                    MVI     C,37
                           (;LXI     D,Vector)
 0139 CD0500                  CALL    0005H

 013C C9                      RET

 013D 0D0A494E50 MSGKIN:  DB      0DH,0AH,'INPUT DRIVE NAME TO BE RESET  >$'

 015F                         END

A>
```


Figure-2.2.76　ファンクション：37　実習プログラムのPRN形式のソース・リスト.

上記ソース・リストからアセンブリ・ソース・ファイルを作り，アセンブルし，"37.COM" を生成して実行してみましょう.

ファンクション：37 実習プログラムの実行

当プログラムの実行は，まず，

37 ↲

とキーインし，ドライブ名を問い合わせるメッセージに従って，A～Dまで（本来はA～Pの16ドライブを任意にリセット可能であるが，当プログラムではA～Dの4つのドライブに制限してある）のドライブ名をキーインすることにより行われます．

実行例を次に示します．

```
A>STAT A:=R/O ↲ ……ドライブA：をR/Oにセット．

A>STAT B:=R/O ↲ ……ドライブB：もR/Oにセット．

A>STAT ↲ ……その確認．
A: R/O, Space: 128k    A：B：共にR/Oとなっている．
B: R/O, Space: 233k

A>37 ↲ ……実習プログラムの実行．

INPUT DRIVE NAME TO BE RESET  >A ……ドライブA：をリセット．

A>STAT ↲ ……結果の確認．
B: R/O, Space: 233k ……ドライブA:がリセットされた直後のSTATコマンドの実行な
                       ので，ドライブA：のレポートが行われていない．B：は元の
                       ままのR/Oである．

A>37 ↲ ……再度，実習プログラムの実行．

INPUT DRIVE NAME TO BE RESET  >B ……今度はドライブB：をリセット．

A>STAT ↲ ……結果の確認．
A: R/W, Space: 128k ……ドライブB：はリセットされて，OFF LINE状態であるので，
                       レポートされていない．当然R/Wにリセットされている．先
A>                     程のA：のリセット実行で，A：がR/Wにリセットされている．
```

Figure-2.2.77　ファンクション：37　実習プログラムの実行例．

ファンクション：40の実習

ファンクション：40…ゼロ書き込み(ゼロ・フィル)を伴うランダムな書き込み

CALL手順

```
MVI      C, 40…… (=28H)
(D, E)   ←FCBアドレス
CALL     0005H
```

（書き込みが正常に行われた場合はAレジスタに00が，正常でない場合は01～06のエラー・コードが格納される）

機能

ファンクション：34の「ランダムな書き込み」と同じであるが，当ファンクションは，データが実際には書き込まれない〝ホール〟（中ぬけ）となるレコードも含めて，書き込みの対象となるブロックのすべてを事前に00でうめておき，その上でデータの書き込みを行う――という機能が追加されている．その他は，ファンクション：34と全く同一なので，その項を参照．

実習プログラム ファンクション：40

ファンクション：34の実習プログラム（Figure-2.2.65）の，ファンクション：34のシステム・コールの部分を，ファンクション：40に変えただけで，そっくり同じものです．詳細はファンクション：34の項を参照下さい．

このプログラムのPRN形式のソース・リストを次に示します．

```
A>TYPE 40.PRN

                  ファンクション：34と同一プログラム。□部が異なるのみ。
                  ;--------------------------------------------------;
                  ;    FUNCTION  40: WRITE RANDOM WITH ZERO FILL      ;
                  ;--------------------------------------------------;
0100                        ORG     100H
005C =            FCB       EQU     005CH

                  START:
0100 210040                 LXI     H,4000H
0103 227401                 SHLD    GETADR

0106 AF                     XRA     A
0107 327601                 STA     WTPATTN
```

```
010A 0E16                MVI     C,22
010C 115C00              LXI     D,FCB
010F CD0500              CALL    0005H

0112 FEFF                CPI     255
0114 CA4F01              JZ      ERROR

0117 AF                  XRA     A
0118 327F00              STA     FCB+35
           NXTREC:
011B 218000              LXI     H,80H
011E 3A7601              LDA     WTPATTN
0121 4F                  MOV     C,A

           BUFLOOP:
0122 71                  MOV     M,C
0123 23                  INX     H
0124 7D                  MOV     A,L
0125 B7                  ORA     A
0126 C22201              JNZ     BUFLOOP

0129 0C                  INR     C
012A 79                  MOV     A,C
012B 327601              STA     WTPATTN

           PUTROR1:
012E 2A7401              LHLD    GETADR
0131 7E                  MOV     A,M
0132 327D00              STA     FCB+33
0135 23                  INX     H
0136 7E                  MOV     A,M
0137 327E00              STA     FCB+34

013A FEFF                CPI     0FFH
013C CA5801              JZ      CLOSE

013F 23                  INX     H
0140 227401              SHLD    GETADR

0143 0E28                MVI     C,40
0145 115C00              LXI     D,FCB
0148 CD0500              CALL    0005H

014B B7                  ORA     A
014C CA1B01              JZ      NXTREC
           ERROR:
014F 0E09                MVI     C,9
0151 116801              LXI     D,MSGERR
0154 CD0500              CALL    0005H
0157 C9                  RET

           CLOSE:
0158 0E10                MVI     C,16
015A 115C00              LXI     D,FCB
015D CD0500              CALL    0005H

0160 FEFF                CPI     255
0162 CA4F01              JZ      ERROR
0165 C30000              JMP     0000

0168 0D0A455252 MSGERR:  DB      0DH,0AH,'ERROR !',0DH,0AH,'$'
```

```
 0174           GETADR: DS      2
 0176           WTPATTN:DS      1

 0177                   END
A>
```

Figure-2.2.78　ファンクション：40　実習プログラムのPRN形式のソース・リスト．

上記ソース・リストからアセンブリ・ソース・ファイルを作り，アセンブルし，“40．COM”を生成して実行してみましょう．

ファンクション：40 実習プログラムの実行

当プログラムの実行方法と実行結果は，ファンクション：34と同じです．ただし，実際のデータが書き込まれているレコード以外のブロックには，すべてに00が書き込まれているはずです．

実行例を次に示します．

```
A>DDT RND.HEX ↲ ……ランダム・レコード番号表をアドレス4000Hからロード.
DDT VERS 2.2
NEXT  PC
401C 0000
-^C ……CP/Mに戻る.


A>40 B:TEST40.RND ↲ ……ドライブB：上に，ランダム・ファイル"TEST40．RND"を作る.

A>
```

Figure-2.2.79　ファンクション：40　実習プログラムの実行．

実行が終わり，ランダム・ファイル“TEST40．RND”が作られました．データが書き込まれていない部分に，00が書かれているかどうか確認してみましょう．

ファンクション：34の項のFigure-2.2.72を参照して下さい．この表の“TEST．RND”の部分が，今回の“TEST40．RND”の部分です．このトラック02のセクタ17から，トラック00のセクタ16（データの書き込みが行われたのは，セクタ12までであるが，ブロック単位ではセクタ16まで）までの“中ぬけ”の部分をセクタ・ダンプ・プログラムで調べた結果，すべてに00が記録されていました．

そのファイルの最終ブロックのセクタ・ダンプを次に示します．

Figure-2.2.80　ファンクション：40　による00の書き込みの確認．

ランダム・アクセスに関しては，スキュー・ファクタのないPC-8001　CP／Mを使って，セクタ番号との関連を理解し易いよう配慮しましたが，スキューを持つCP／Mでは，それぞれのスキュー・ファクタでセクタ番号が変換されていますので換算しなければなりません．ご注意下さい．

2.3 ランダム・アクセスによる検索プログラムの作成

今まで解説を行ってきた〝システム・コール〟を総合する意味で，ランダム・アクセスを利用した，〝電子早見帳〟とでも言うべき，検索プログラムを作ってみましょう．

ここで紹介するプログラムは，筆者が「応用CP／M」向けに，学習用としてできるだけ簡素にデザインしたものであり，内容は，〝電子早見帳〟としての骨子に近い基本的な機能を持っているに過ぎません．しかし，このようなプログラムでも，それを作成するには，CP／Mに関する広い知識と実際にCP／Mを操作して開発を行う経験が必要でしょう．この2．3章は，言わばCP／M全般の基礎講座の卒業制作のようなものです．

2.3.1 プログラムの仕様

- プログラム名……電子早見帳．
- 対象機種…………すべてのCP／Mマシン．

- 機能………………インデックス（見出し）として，アルファベット，数字，記号，カナなどの1文字を指定すると，それに対応する項目のデータがスクリーンに表示される．項目データの入力は，インデックスの1文字を指定した後，続けてそのデータを入力することにより行われる．
- 収容可能項目数…42項目
- 1項目当りの文字数…128文字以内

仕様は，上記のようなものです．

各項目の構成は，文字または記号の1文字と128文字以内の自由なエリアから成っています．図で示すと次のようになります．

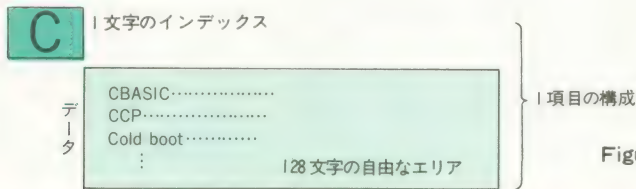



Figure-2.3.1　1項目内のデータ並び

電子早見帳プログラムの考え方

当プログラムのアルゴリズムを図で解説しましょう．

当プログラムのマップ・エリアは，1レコードのみである．
マップ部のインデックスに続くレコードNo.によって，データ部がランダム・リード／ライトされる．
データファイル
マップ部
データ部（1レコードに1項目がランダムにセーブされている）
当プログラムで作られる，ランダム・データ・ファイルの最大は42レコード（42項目）である
1レコード
（それぞれのレコードは128バイトであり，1つの項目を構成する）
A ××¦××
S ××¦××
M ××¦××
D ××¦××
P ××¦××
3バイトで1つの項目を指し示す．
インデックス・バイト
（A，S，M，…は例えばとして）
レコード#

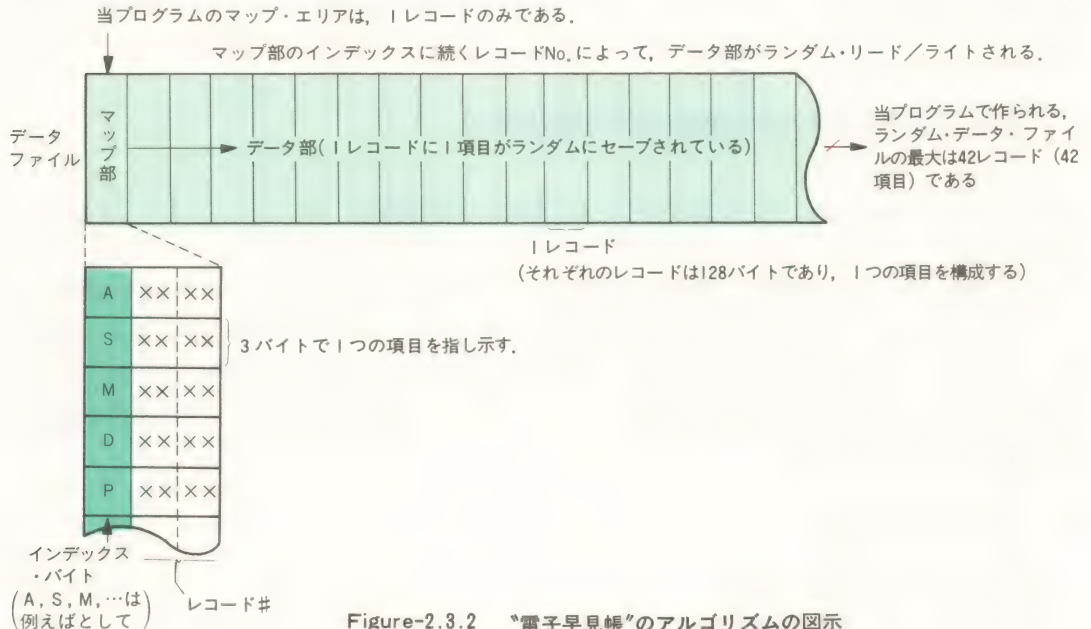



Figure-2.3.2　“電子早見帳”のアルゴリズムの図示

マップの初期設定

マップ部はファイルの先頭にあり，3バイト単位で1つの項目を指示しています．3バイトの内の最初のバイトは，インデックスとなるキーワード1文字が格納され，続く2バイトにはそのデータが格納される（セクタの）ランダム・レコードNo.が格納されます．

マップ部は，新しくデータ・ファイルを作成する場合に，事前に必ず行わなければならない〝初期設定〞（Nコマンド）で，あらかじめ次の図に示すように各項目のレコードNo.が書き込まれます．

Figure-2.3.3　初期設定後のマップ部

このように，3バイト単位の各項目のインデックス部には，すべてにFFHが書き込まれ，それに対応するレコードNo.部にはあらかじめ，0001，0002，0003……と，レコードNo.が順番に書き込まれます．当プログラムでは，マップ部がわずか1レコードなので次のレコード，つまりデータ部の最初のランダム・レコードNo.は，0001となります．もし，マップ部がnレコードを使用するならば，データ部の最初のランダム・レコードNo.は，n＋1となります（このレコードNo.の算出は，ファンクション：36で行います）．

インデックス部にFFHが書かれていると，その項目以後のデータは，〝未記入〞とみなされます．

このような初期状態のマップ部が，ファイルとしてディスク上に作られ，〝初期設定〞の作業が終わると，以後のディスク・アクセスは，このマップに従ってランダムにアクセスされ，データの書き込み，読み出しが行われます．

データの書き込み

データの書き込みモード（Iコマンド）にすると，該当ファイルがオープンされ，そのマップ部がデフォルトのDMAバッファ（80H～FFH）に読み込まれます．

プログラムは次に，メモリ上に読み込まれたマップ部の各インデックスをサーチし，FFHのインデックスを見つけます．そのレコードNo.が，次に書き込みを行う項目に当たります．

次は，項目の頭文字を1文字キー入力します．入力された1文字は，マップ部の先程のインデックスのFFHであった部分に書き込まれます．

項目の頭文字を，メモリ上のマップ部のインデックス・ポイントに書き込むと，次はデータの入力です．

各項目のデータの文字数は，改行なども含めて127文字以下でなくてはなりません．キー入力されたデータは，当プログラムの最終部にある2nd　DMAバッファに格納されて行きます．

データの入力の終わりを示すCtrl-Zを入力すると，2nd　DMAバッファの内容が，先程，頭文字を書き込んだインデックスに続く2バイトが示すレコードNo.に書き込まれます．データ部はこのように，入力が終わると同時にディスクに書き込まれますが，新しいマップ部は，この時点ではまだディスクには書き込まれていません．マップ部のディスクへのセーブ(つまり，ディスク上のマップ部の更新)は，終了コマンドであるEコマンドを実行することにより行われます．

データの表示

Sコマンドをキーインすることにより，データのサーチと表示のモードになります．ファイルをオープンし，マップ部をメモリ上に読み出して目的のインデックスをサーチする動作は，データの入力の場合と同じです．ファイルがすでにオープンされている場合は，オープンの動作はスキップされます．

サーチしたい項目のインデックス（1文字）をキー入力すると，前記と同様に，メモリ上のマップ部をサーチして発見したインデックスに対するレコードNo.を取り出します．そして，そのレコードをランダム・リードし，その内容をコンソールに表示します．

プログラムの終了

Eコマンドのキーインにより，当プログラムを終了しCP/Mに戻ります．もし，マップ部の変更があった場合は，ディスク上の古いマップ部を新しいマップ部に書き替えます．変更がなかった場合は，何も行わずにCP/Mに戻ります．

注意事項

当プログラムの目的は，システム・コールの総合的な応用として，ランダム・ファイルの簡単な応用例を実習することにあります．よって，プログラムが複雑になることを避けるため，基本的な機能しか持たせていませんので，当プログラムの実行には，次の点に注意して下さい．

○ディスク上にすでに存在するファイル名で，新ファイルの作成コマンド（Nコマンド）を実行すると，同時に同名ファイルが作られてしまいます．

○ミスタイプを訂正することはできません．一発勝負です．
○すでに入力されているデータの削除・変更などはできません．
○同じインデックスを入力した場合は，最初に入力したものが読み出されます．
○項目数は，たったの42項目しか収容できません．項目数の制限を超えても警告は出ません．暴走することになるでしょう．また，一項目の最大の文字数127文字についても同様です．ただし，これについては127文字を超えても暴走することはありません．

もちろん，これらの点をクリアすることや，使い勝手を良くすることは，実用プログラムとしては不可欠のことですが，ここでは基本的な構成が，それらによって見えなくなっては意味がありませんので我慢して下さい．

次に当〝電子早見帳〟プログラムのフローチャートを示します．

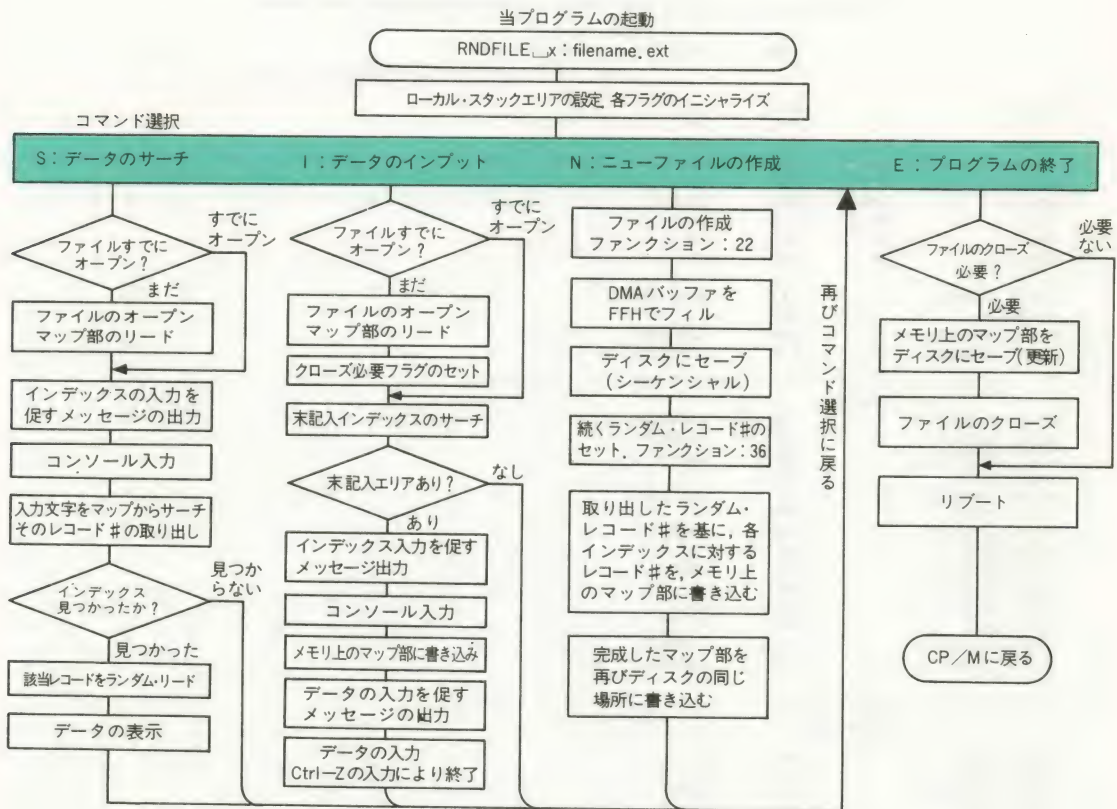



Figure-2.3.4 〝電子早見帳〟のフローチャート

2.3.2 電子早見帳プログラムのアセンブリ・ソース・リスト

次に，当プログラム（RNDFILE）のソース・リストをPRN形式で示します．このリストを基に，エディタを使ってソース・ファイルを作成し，ASMおよびLOADを実行して，〝RNDFILE．COM〞を生成して下さい．

Figure-2.3.4に示したフローチャートと，ソース・リストの解説用のコメントを見ながら追って行けば，各部分が何を行っているかが，理解できると思います．

```
A>TYPE RNDFILE.PRN

                        ************************************************************
                        **                                                        **
                        **              RANDOM FILE sample program                **
                        **                                                        **
                        ************************************************************

                        ;
                        ;       JUNE 24 1982    by Y.MURASE
                        ;                          for ASCII Learning System "CP/M #3".
                        ;
 0100                           ORG     100H

 0005 =                 BDOS    EQU     0005H   ……システム・コール・エントリ・ポイント.
 005C =                 FCB     EQU     005CH   ……デフォルトFCBアドレス.
 007D =                 FCBR0   EQU     FCB+33  …デフォルトFCBのr0フィールドのアドレス.
 0080 =                 DMA0    EQU     0080H   …デフォルトDMAバッファ．ランダム・レコード・マップ用.
 03B4 =                 DMA1    EQU     DMA1    …2nd DMAバッファ．データ用.
 000D =                 CR      EQU     0DH     ……復帰コード.
 000A =                 LF      EQU     0AH     ……改行コード.

 0100 31B403                    LXI     SP,STACK     ……ローカル・スタック設定.
 0103 AF                        XRA     A            ┐
 0104 328C03                    STA     FL$OPEN      │各フラグのイニシャル・セット.
 0107 328D03                    STA     FL$NEEDCLS   ┘

                        ;<<<<<<<<<<  COMMAND SELECT  >>>>>>>>>> ……コマンドの選択モード
                        CMDSEL:
 010A 11D402                    LXI     D,MSGSEL     │コマンド選択のメッセージ出力.
 010D CDBD02                    CALL    MSGOUT       │
 0110 CDC302                    CALL    CONIN        ……キー入力.
 0113 FE53                      CPI     'S'          │"サーチ"ならば"DSEARCH"へジャンプ.
 0115 CAC501                    JZ      DSEARCH      │
 0118 FE49                      CPI     'I'          │"インプット"ならば"DATAIN"へジャンプ.
 011A CA7201                    JZ      DATAIN       │
 011D FE4E                      CPI     'N'          │"NEWファイルの作成"ならば
 011F CA2F01                    JZ      NEWFILE      │"NEWFILE"へジャンプ.
 0122 FE45                      CPI     'E'          │"プログラムの終了"ならば"EXIT"
 0124 CAFB01                    JZ      EXIT         │へジャンプ.
 0127 3E3F                      MVI     A,'?'        │どのコマンドにも当てはまらないキー入力の
 0129 CDCB02                    CALL    CONOUT       │場合は，"?"を出力して再び"CMDSEL"に戻
 012C C30A01                    JMP     CMDSEL       │る.

 ;<<<<<<<<<<  MAKE NEW FILE  >>>>>>>>>> ……新ファイルの作成.
                        NEWFILE:
 012F 0E16                      MVI     C,22         │
 0131 115C00                    LXI     D,FCB        │メイン，コマンドラインに書かれたファイル
 0134 CD0500                    CALL    BDOS         │名のファイルを，新たに作成する.
 0137 FEFF                      CPI     255          │
 0139 CA7002                    JZ      ERROR        │
```

```
0143C 218000         LXI     H,0080H
013F 1EFF            MVI     E,0FFH
0141 0680            MVI     B,128
               MAPWT:
0143 73              MOV     M,E
0144 23              INX     H
0145 05              DCR     B
0146 C24301          JNZ     MAPWT
```

デフォルトのDMAバッファ(DMA0：80～FFFH)の128バイト全部に"FFH"を書き込む.

```
0149 AF              XRA     A
014A 327C00          STA     FCB+32
014D CD9602          CALL    SEQWRITE
```

FCBの"cr"フィールドに00をセットして，DMAバッファの内容を，ディスクに"シーケンシャルな書き込み"でセーブする.

```
0150 CD8702          CALL    SETRNDRCO
0153 EB              XCHG
0154 218000          LXI     H,DMA0
0157 062A            MVI     B,128/3
               INSLMAP:
0159 23              INX     H
015A 73              MOV     M,E
015B 23              INX     H
015C 72              MOV     M,D
015D 23              INX     H
015E 13              INX     D
015F 05              DCR     B
0160 C25901          JNZ     INSLMAP
0163 361A            MVI     M,1AH
```

…ファンクション：36"セット・ランダム・レコード"を実行して，続くレコードNo.を取り出す.

取り出したレコードNo.を基に，シーケンシャルに書き込まれたランダムレコードNoのマップに続いて，ランダムに読み書きするための，各INDEXに対応するレコードNo.を，DMA0バッファ内のそれぞれの位置に書き込む.

MAPの最終には"エンド・オブ・マップ"として"1AH"を書き込んでおく.

```
0165 AF              XRA     A
0166 327C00          STA     FCB+32
0169 CD9602          CALL    SEQWRITE
016C CD7902          CALL    CLOSE
016F C30A01          JMP     CMDSEL
```

DMA0バッファの内容を，先程FFHを書き込んだレコードと同じレコードに，再び"シーケンシャルな書き込み"で書き込む.

終了後は，コマンド・セレクトへ戻る.

```
               ;<<<<<<<<<<<  DATA INPUT  >>>>>>>>>>>
```

……データの入力モード.

```
               DATAIN:
0172 3A8C03          LDA     FL$OPEN
0175 3C              INR     A
0176 CA8101          JZ      DATAIN1
0179 CD1A02          CALL    OPNMPRD
017C 3EFF            MVI     A,0FFH
017E 328D03          STA     FL$NEEDCLS
```

対象とするファイルが，すでにオープンされている場合は，次をスキップして"DATAIN1"へジャンプ.

……ファイルのオープン，レコードNo.マップの読み出し，DMA0への格納.

ファイルクローズの必要・不必要フラグにFFH(必要)をセット.

```
               DATAIN1:
0181 3EFF            MVI     A,0FFH
0183 CD4C02          CALL    SEARCH
0186 3C              INR     A
0187 CA0A01          JZ      CMDSEL
018A 112A03          LXI     D,MSGIDXIN
018D CDBD02          CALL    MSGOUT
0190 CDC302          CALL    CONIN
0193 2A8E03          LHLD    PT$IDAD
0196 77              MOV     M,A
```

未書き込みのINDEX LETTERのサーチ.
すべて書き込み済の場合は，コマンド・セレクトに戻る.

INDEX LETTERの入力メッセージ出力.

キー入力．入力された文字を，DMA0内のINDEX部に格納.

```
0197 115203          LXI     D,MSGDATIN
019A CDBD02          CALL    MSGOUT
019D 21B403          LXI     H,DMA1
               KEYIN:
01A0 CDC302          CALL    CONIN
01A3 77              MOV     M,A
01A4 23              INX     H
01A5 FE1A            CPI     1AH
01A7 CAB901          JZ      RNDWT
01AA FE0D            CPI     CR
01AC C2A001          JNZ     KEYIN
01AF 3E0A            MVI     A,LF
01B1 77              MOV     M,A
01B2 CDCB02          CALL    CONOUT
01B5 23              INX     H
01B6 C3A001          JMP     KEYIN
```

データ部入力のメッセージ出力.

データの入力．128文字以内であること.
入力された文字は，2ndDMAバッファ(DMA1)に格納されて行く.
キャリッジ・リタンを入力すると，自動的にラインフィードを付け，同時にコンソールにもラインフィードを出力する.
Ctrl－Zを入力するとデータ入力を終了し，次の"RNDWT"へジャンプ．Ctrl－Z(1AH)もバッファに格納され，データの最終を示すことになる.

```
                RNDWT:
01B9 2A9203             LHLD    PM$RECC     該当INDEXに対応するレコードNo.に,
01BC 227D00             SHLD    FCB+33      DMA1バッファの内容を書き込み, コマ
01BF CDB002             CALL    RNDWRITE    ンドセレクトに戻る.
01C2 C30A01             JMP     CMDSEL

                ;<<<<<<<<<<<  DATA SEARCH  >>>>>>>>>>>……データのサーチモード
                DSEARCH:
01C5 3A8C03             LDA     FL$OPEN     ファイルがすでにオープンされていれば, 次
01C8 3C                 INR     A           をスキップして"SRCHIN"へジャンプ.
01C9 CACF01             JZ      SRCHIN
01CC CD1A02             CALL    OPNMPRD     ファイルのオープン.レコードNo.マップの
                SRCHIN:                     読み出し. DMA0への格納.
01CF 116603             LXI     D,MSGSRCH   データ・サーチのメッセージ出力.
01D2 CDBD02             CALL    MSGOUT
01D5 CDC302             CALL    CONIN       ……サーチINDEXのキー入力.
01D8 CD4C02             CALL    SEARCH      入力INDEXのサーチ.該当ランダム・レコード
01DB 3C                 INR     A           #の取り出し.見つからなければ,コマンド・
01DC CA0A01             JZ      CMDSEL      セレクトに戻る.
01DF 227D00             SHLD    FCB+33      FCBのr0,r1フィールドにレコードNo.をセ
01E2 CDA302             CALL    RNDREAD     ットして,ランダム・リード.データはDMA1
                                            に格納される.
01E5 118703             LXI     D,MSGCRLF   復帰・改行をコンソールに出力.
01E8 CDBD02             CALL    MSGOUT
01EB 21B403             LXI     H,DMA1
                DATAOUT:
01EE 7E                 MOV     A,M         サーチされて読み出された内容(DMA1)をコ
01EF FE1A               CPI     1AH         ンソールに出力.
01F1 CA0A01             JZ      CMDSEL      データの最終を示す"1AH"が来るまで出力
01F4 CDCB02             CALL    CONOUT      する.
01F7 23                 INX     H
01F8 C3EE01             JMP     DATAOUT

                ;<<<<<<<<<<<  END. CLOSE FILE & EXIT  >>>>>>>>>>>
                EXIT:               (マップ部の書き込み.ファイルのクローズ)
01FB 3A8D03             LDA     FL$NEEDCLS  ファイルのクローズが必要かどうかのフラグ
01FE 3C                 INR     A           を見て, 必要でなければ, そのままリブート
01FF C20000             JNZ     0000H       してCP/Mに戻る.
0202 2A9003             LHLD    PM$RECO
0205 2B                 DCX     H           FCBのr0,r1フィールドに,レコードNo.マッ
0206 227D00             SHLD    FCB+33      プ部のレコードNo.をセット.

0209 0E1A               MVI     C,26        DMAバッファをレコードNo.マップに使用
020B 118000             LXI     D,DMA0      しているDMA0に設定.
020E CD0500             CALL    BDOS
0211 CDB002             CALL    RNDWRITE    ……ランダムな書き込みを実行.

0214 CD7902             CALL    CLOSE       ファイルをクローズして,リブートでCP/Mに戻る.
0217 C30000             JMP     0000H

                ;<<<<<  OPEN, READ MAP AREA INTO DMA0, SET RND REC  >>>>>
                OPNMPRD:  (ファイルのオープン.マップ部のリード.次のランダムNo.のセット.)
021A 0E0F               MVI     C,15
021C 115C00             LXI     D,FCB
021F CD0500             CALL    BDOS
0222 FEFF               CPI     255         ファイルのオープン.
0224 CA7002             JZ      ERROR
0227 3EFF               MVI     A,0FFH
0229 328C03             STA     FL$OPEN

022C AF                 XRA     A
022D 327C00             STA     FCB+32
0230 0E14               MVI     C,20        ファイルの最初のレコードのシーケンシャル
0232 115C00             LXI     D,FCB       なリード.
0235 CD0500             CALL    BDOS
0238 B7                 ORA     A
0239 C27002             JNZ     ERROR
023C CD8702             CALL    SETRNDRCO   ……それに続くランダム・レコードNo.のセット.
023F AF                 XRA     A           ランダムなリード/ライトに備えて,
0240 327F00             STA     FCB+35      FCBのr2フィールドを0クリア.
```

```
0243 0E1A               MVI     C,26
0245 11B403             LXI     D,DMA1    これからのDMAバッファを，2ndDMAバッファ
0248 CD0500             CALL    BDOS      のDMA1に設定．
024B C9                 RET

                ;<<<<<<<<<<  SEARCH INDEX LETTER  >>>>>>>>>>
                SEARCH:                             （INDEXのサーチ）
024C 47                 MOV     B,A
024D 218000             LXI     H,DMA0
                NXTIDX:
0250 7E                 MOV     A,M
0251 FE1A               CPI     1AH
0253 CA6D02             JZ      NOTFIND
0256 B8                 CMP     B
0257 CA6002             JZ      JUST
025A 232323             INX H! INX H! INX H
025D C35002             JMP     NXTIDX
                JUST:
0260 228E03             SHLD    PT$IDAD
0263 23                 INX     H
0264 5E                 MOV     E,M
0265 23                 INX     H
0266 56                 MOV     D,M
0267 EB                 XCHG
0268 229203             SHLD    PM$RECC
026B AF                 XRA     A
026C C9                 RET
                NOTFIND:
026D 3EFF               MVI     A,0FFH
026F C9                 RET
```

Aレジスタに格納されている，サーチの対象文字を，DMA0バッファ内の各INDEX部から捜し出す．見つかれば，そのINDEXのDMA 0内のアドレスを"PT$IDAD"にセット．それに対応するランダム・レコードNo.を，"PT-$IDAD"にセット．そのINDEXが見つからない場合は，AレジスタにFFHをセットしてリタン．

見つかった場合は，00をセットしてリタン．

```
                ;<<<<<<<<<<  ERROR  >>>>>>>>>> （すべてのエラー処理）
                ERROR:
0270 111E03             LXI     D,MSGERR
0273 CDBD02             CALL    MSGOUT    エラーメッセージを出力し，リブートしてCP/Mに戻る．
0276 C30000             JMP     0000H

                ;<<<<<<<<<<  FILE CLOSE  >>>>>>>>>> （ファイルのクローズ）
                CLOSE:
0279 0E10               MVI     C,16
027B 115C00             LXI     D,FCB
027E CD0500             CALL    BDOS      ファイルのクローズ．
0281 FEFF               CPI     255
0283 CA7002             JZ      ERROR
0286 C9                 RET

                ;<<<<<<<<<<  SET RANDOM RECORD  >>>>>>>>>>
                SETRNDRCO:                 （ランダム・レコードNo.のセット）
0287 0E24               MVI     C,36
0289 115C00             LXI     D,FCB     シーケンシャルなリード／ライトに続く，ラ
028C CD0500             CALL    BDOS      ンダム・レコードNo.をFCBのr0，r1フィー
028F 2A7D00             LHLD    FCB+33    ルドにセットする．
0292 229003             SHLD    PM$RECO
0295 C9                 RET

                ;<<<<<<<<<<  SEQUENTIAL WRITE  >>>>>>>>>> （シーケンシャルな書き込み）
                SEQWRITE:
0296 0E15               MVI     C,21
0298 115C00             LXI     D,FCB
029B CD0500             CALL    BDOS      シーケンシャルな書き込み．
029E B7                 ORA     A
029F C27002             JNZ     ERROR
02A2 C9                 RET

                ;<<<<<<<<<<  RANDOM READ 1 RECORD  >>>>>>>>>> （ランダム・リード）
                RNDREAD:
02A3 0E21               MVI     C,33
02A5 115C00             LXI     D,FCB
02A8 CD0500             CALL    BDOS      ランダムなリード
02AB B7                 ORA     A
02AC C27002             JNZ     ERROR
02AF C9                 RET
```

```
                        ;<<<<<<<<<<<  RANDOM WRITE 1 RECORD  >>>>>>>>>>> (ランダム・ライト)
                        RNDWRITE:
 02B0 0E22                         MVI     C,34
 02B2 115C00                       LXI     D,FCB
 02B5 CD0500                       CALL    BDOS      ランダムな書き込み.
 02B8 B7                           ORA     A
 02B9 C27002                       JNZ     ERROR
 02BC C9                           RET

                        ;<<<<<  MESSEGE OUT. STRING ADR ON REG.D,E  >>>>> (メッセージ・アウト)
                        MSGOUT:
 02BD 0E09                         MVI     C,9       D,Eレジスタでアドレスされるメッセージを,
 02BF CD0500                       CALL    BDOS      コンソールに出力.
 02C2 C9                           RET

                        ;<<<<<<<<<<  CONSOLE INPUT. DATA ON REG.A  >>>>>>>>>>> (コンソール入力)
                        CONIN:
 02C3 E5                           PUSH    H
 02C4 0E01                         MVI     C,1
 02C6 CD0500                       CALL    BDOS      コンソールから1文字入力.
 02C9 E1                           POP     H
 02CA C9                           RET

                        ;<<<<<<<<<<<  CONSOLE OUT. REG.A OUT  >>>>>>>>>>> (コンソール出力)
                        CONOUT:
 02CB E5                           PUSH    H
 02CC 0E02                         MVI     C,2
 02CE 5F                           MOV     E,A       Aレジスタの文字を,コンソールに出力.
 02CF CD0500                       CALL    BDOS
 02D2 E1                           POP     H
 02D3 C9                           RET
                                             以下メッセージ文字列エリア.
 02D4 0D0A0D0A53 MSGSEL:      DB      CR,LF,CR,LF,'SELECT COMMAND',CR,LF
 02E8 5329656172              DB      'S)earch,  I)nput,  N)ew file,  E)xit,  ( S/I/N/E )? >$'
 031E 0D0A455252 MSGERR:      DB      CR,LF,'ERROR !',CR,LF,'$'
 032A 0D0A0D0A49 MSGIDXIN:    DB      CR,LF,CR,LF,'INPUT INDEX LETTER (1 CHARACTER)  >$'
 0352 0D0A0D0A49 MSGDATIN:    DB      CR,LF,CR,LF,'INPUT DATA',CR,LF,CR,LF,'>$'
 0366 0D0A0D0A49 MSGSRCH:     DB      CR,LF,CR,LF,'INPUT SEARCH INDEX LETTER  >$'
 0387 0D0A0D0A24 MSGCRLF:     DB      CR,LF,CR,LF,'$'

 038C                FL$OPEN:     DS      1
 038D                FL$NEEDCLS:  DS      1
 038E                PT$IDAD:     DS      2
 0390                PM$RECO:     DS      2       各フラグ, アドレス・ポインタ, パラメータ,
 0392                PM$RECC:     DS      2       DMA1バッファ, スタックの各エリア.
 0394                             DS      32
 03B4 =              STACK        EQU     $
 03B4                DMA1:        DS      128
 0434                             END

 A>
```

Figure-2.3.5　"電子早見帳"プログラムのソース・リスト.

2.3.3 電子早見帳プログラムの実行

当プログラムを実行するためのコマンド形式を次に示します.

RNDFILE␣x：filename.ext ↵

ここで, x：はドライブ名（ログイン・ディスクの場合は省略できる), filename.extは, 検索を行おうとするデータ・ファイル名, あるいは, 新しく作成しようとするデータ・ファイル名のことです.

新データ・ファイルの作成

ではプログラムを実行してみましょう．まだデータ・ファイルは何も作られていませんので，まず，“新ファイルの作成”を行います．

入力するデータは，住所録とか，何かのリストとか，適当なものとしますが，ここで示す例は，大抵の本の巻末にある“ページ索引”を利用しました．使った本は，「The CP／M handbook」です．

新しく作成する“ページ索引”のデータ・ファイル名を，“CPMINDEX．IDX”として実行した例を次に示します．

```
A>RNDFILE CPMINDEX.IDX ↓   …新しいファイル"CPMINDEX. IDX"を作り，データを書き込む．

SELECT COMMAND
S)earch,  I)nput,  N)ew file,  E)xit,  ( S/I/N/E )? >N   ……新ファイルの作成コマンドを実行．

SELECT COMMAND
S)earch,  I)nput,  N)ew file,  E)xit,  ( S/I/N/E )? >I   ……データの入力モードを選択．

INPUT INDEX LETTER (1 CHARACTER)  >A   ……インデックス"A"の項目を入力．
INPUT DATA

>ABORT : 101,219
Active User : 76
Append : 131
ASM : 81,221
ATTACH : 102,212,223
^Z
      ← 項目"A"のデータを入力．
        各ラインの終わりには，CR／LFを入力すること．
        LF(改行)はCtrl-Jで代用できる．
        それぞれの項目のデータ容量は128バイト以内．
        データの最後にはCtrl-Zを入力する．
SELECT COMMAND
S)earch,  I)nput,  N)ew file,  E)xit,  ( S/I/N/E )? >I   ……入力モード選択．

INPUT INDEX LETTER (1 CHARACTER)  >S   ……インデックス"S"を入力．
INPUT DATA

>SAVE : 30,249
SCHED : 25,94,100
SPOOL : 94,257
STAT : 67,68,259
SUBMIT : 76,263
System Disket : 1,13,23,65
^Z
      ← 項目"S"のデータを入力．
SELECT COMMAND
S)earch,  I)nput,  N)ew file,  E)xit,  ( S/I/N/E )? >I   ……入力モード選択．

INPUT INDEX LETTER (1 CHARACTER).  >M   ……インデックス"M"を入力．
INPUT DATA

>Machine language : 81
MBASIC : 42
MDS-800 : 191
Memory : 2
MOVECPM : 198,240,243
MP/M : 209
^Z
      ← 項目"M"のデータを入力．
SELECT COMMAND
S)earch,  I)nput,  N)ew file,  E)xit,  ( S/I/N/E )? >I   ……入力モード選択．
```

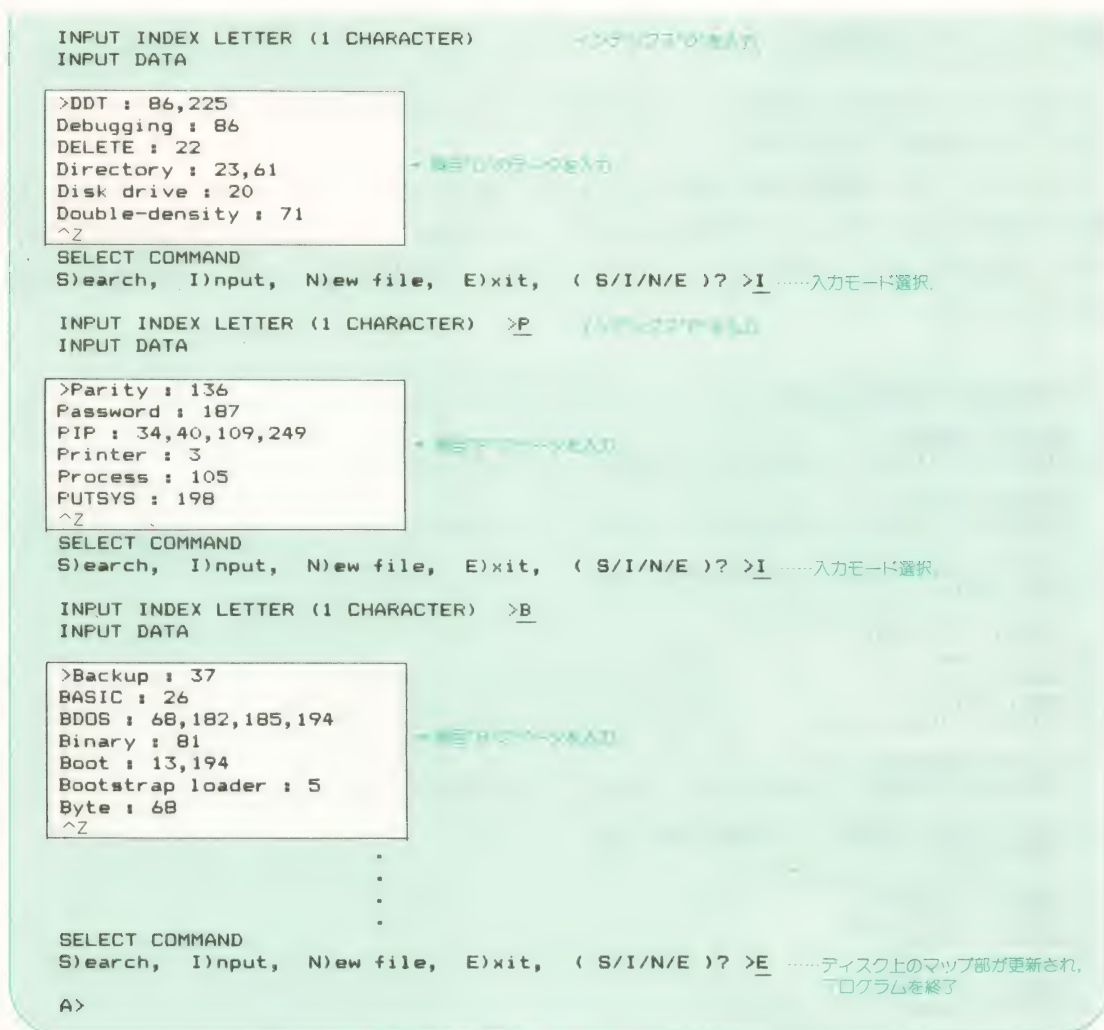



Figure-2.3.6　〝電子早見帳〞の実行. 新データ・ファイルを作成する.

データの検索

いよいよ電子早見帳の利用です. 先程作成した〝ページ索引〞のデータ・ファイルを検索してみましょう.

実行例を次に示します.

```
A>RNDFILE CPMINDEX.IDX ↲ ……すでにデータが書き込まれているファイル"CPMINDEX. IDX"に
                           [illegible] 当プログラムを実行.

SELECT COMMAND
S)earch,  I)nput,  N)ew file,  E)xit,  ( S/I/N/E )? >S ……データ[illegible]
INPUT SEARCH INDEX LETTER  >D ……サーチ・インデックスとして,"D"を入力.

DDT : 86,225
Debugging : 86
DELETE : 22
Directory : 23,61           ← "D"に[illegible]
Disk drive : 20
Double-density : 71

SELECT COMMAND
S)earch,  I)nput,  N)ew file,  E)xit,  ( S/I/N/E )? >S     [illegible]
INPUT SEARCH INDEX LETTER  >P ……インデックス"P"をサー[illegible]

Parity : 136
Password : 187
PIP : 34,40,109,249
Printer : 3                 ← "P"に[illegible]
Process : 105
PUTSYS : 198

SELECT COMMAND
S)earch,  I)nput,  N)ew file,  E)xit,  ( S/I/N/E )? >S     [illegible]
INPUT SEARCH INDEX LETTER  >M ……インデックス"M"を[illegible]

Machine language : 81
MBASIC : 42
MDS-800 : 191
Memory : 2                  ← "M"に[illegible]
MOVECPM : 198,240,243
MP/M : 209

SELECT COMMAND
S)earch,  I)nput,  N)ew file,  E)xit,  ( S/I/N/E )? >S ……再びデータのサーチ
INPUT SEARCH INDEX LETTER  >A ……インデックス"A"をサーチ

ABORT : 101,219
Active User : 76
Append : 131                ← "A"に[illegible]
ASM : 81,221
ATTACH : 102,212,223

                    .
                    .
                    .
                    .

SELECT COMMAND
S)earch,  I)nput,  N)ew file,  E)xit,  ( S/I/N/E )? >E     [illegible]

A>
```

Figure-2.3.7　"電子早見帳"の実行．データ・ファイルの検索．

2.3.4 ディスク内部におけるデータの記録状態

ディスク上にファイルされたデータが，実際にどのように記録されているかを見てみましょう．今作成した"CPMINDEX．IDX"のデータ・ファイル（6項目のみ入力されている）のマップ部とデータ部の最初である，"A"の項のレコードをセクタ・ダンプして示します．どこのセクタに格納されているかは，ディスクの他のファイルの格納状況によりますので，データ・ファイルのマップ部からでは捜し出すことはできません．

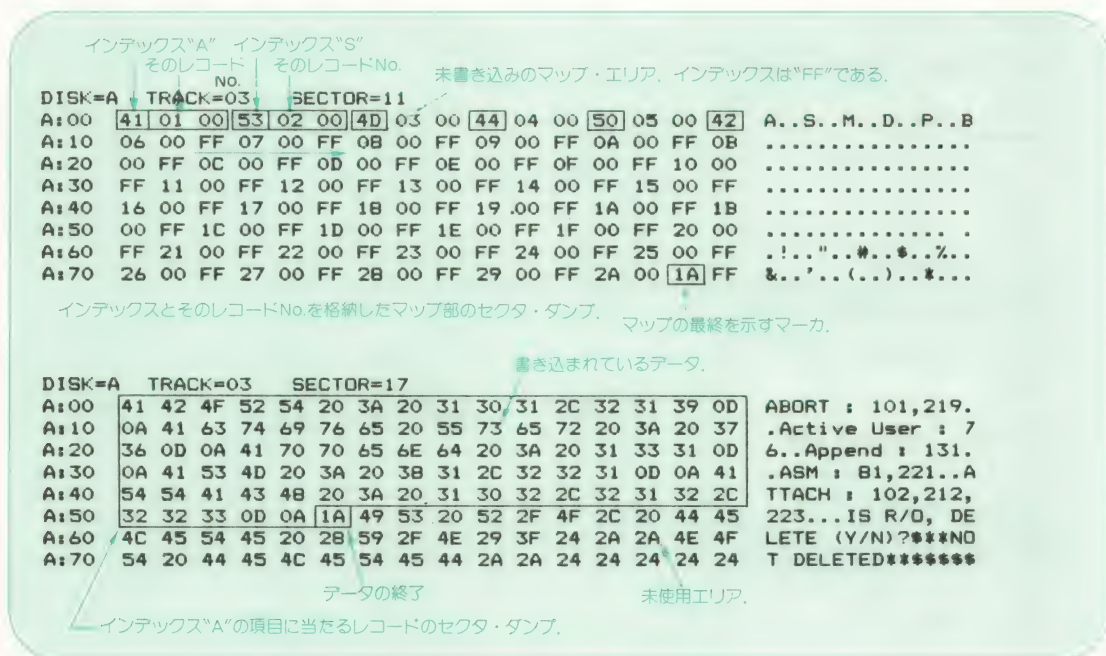
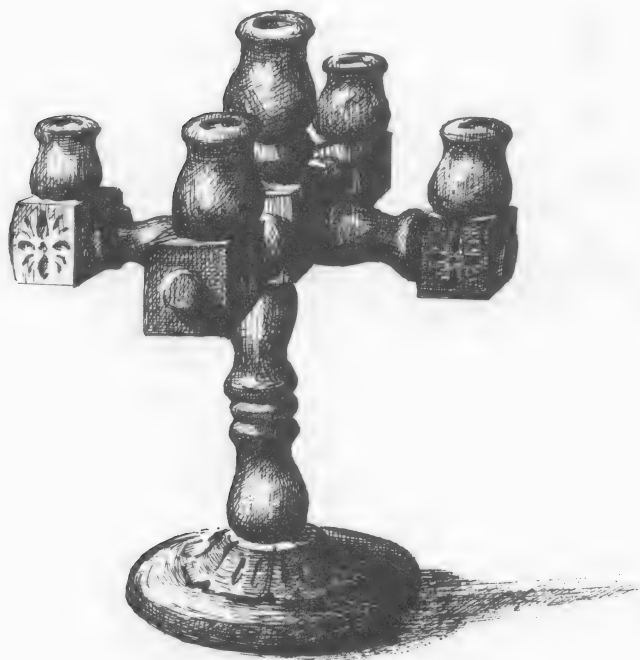



Figure-2.3.8　データ・ファイルのディスク上の記録状態．

3章　マクロ・アセンブラおよび
リンク・ローダによるソフト開発

ここでは，代表的なアセンブラである〝MAC〟，〝RMAC〟，〝MACRO-80〟の3種類と，リンク・ローダの〝LINK-80〟，それに，シンボリック・インストラクション・デバッガの〝SID〟，〝ZSID〟を取り上げ，それぞれの機能の概要や，実際のソフトウェア開発（8080およびZ80）などを紹介します．

本書で，それぞれを詳細に語ることは不可能（それぞれが厚いマニュアルとなる）なので，ここで紹介するのは機能の一部，使い方の一例であることをお断りしておきます．

3.1 MACと(Z)SIDの使用例とマクロ・ライブラリの利用法

デジタルリサーチ社のマクロ・アセンブラである〝MAC〟は，CP／Mユーザーの中では，標準アセンブラの〝ASM〟以外で，恐らく一番多く使われているアセンブラではないかと思います．

例えば，NECのPC-8000シリーズCP／Mも，PDA-800 CP／Mも，沖のif-800 CP／Mも，富士通のFM-8 CP／Mも，この〝MAC〟を使って作られています．他の機種のCP／Mも，ほとんどはこのアセンブラを使って作られていることでしょう．

このアセンブラには，後程解説しますが，CP／Mのシステム・コールを利用した各種サブルーチンが，マクロ・ライブラリとして提供されています．また，1章で解説した，CP／Mを各機種にインプリメントする場合に便利なライブラリも提供されています．よって，特にCP／Mをインプリメントしたり，CP／M上で実行する各種ソフトを開発するユーザーにとって，一度は使わなければならないであろう必需品と言えるでしょう．

3.1.1 MACの機能

MACは，インテル形式の8080ニーモニック，およびインテル・ニーモニック拡張形式のZ80ニーモニックをアセンブルし，インテルHEX形式のオブジェクト・ファイルと，PRNリスト・ファイル，それにシンボル・テーブルのリスト・ファイルを出力する，マクロ機能を持ったアセンブラです．ただし，リロケータブルなオブジェクト・コードを出力する機能はありません．

Z80のアセンブルは，アセンブラ本体にZ80のアセンブラが内蔵されている訳ではなく，〝Z80．LIB〟というZ80をアセンブルするためのライブラリを，マクロ機能を使って取り込むことにより実現しています．同様に〝I8085. LIB〟により，8085にも対応できます．

3.1.2 MACの使い方実例

マクロ定義と定義されたマクロの使用例

最初に，代表的な使い方の1つとして，ユーザー独自の2～3のマクロを定義して，それを同一プログラム中で使用する簡単な例を示します．

定義するマクロは，次の3種です．

マクロ名	機能
ALLPUSH	すべてのレジスタの退避を行う．
ALLPOP	ALLPUSHと逆に，すべてのレジスタの復帰を行う．
MSGOUT	ダミー・パラメータ部に記述したメッセージをコンソールに出力する．そして，メッセージの前後には，自動的に復帰・改行を挿入する．

上記の3種のマクロを定義して，これらを利用するプログラムを1つのソース・プログラムとして作成します．このソース・プログラム例を次に示します．ファイル名のエクステンションは，"ASM"でなければなりません．

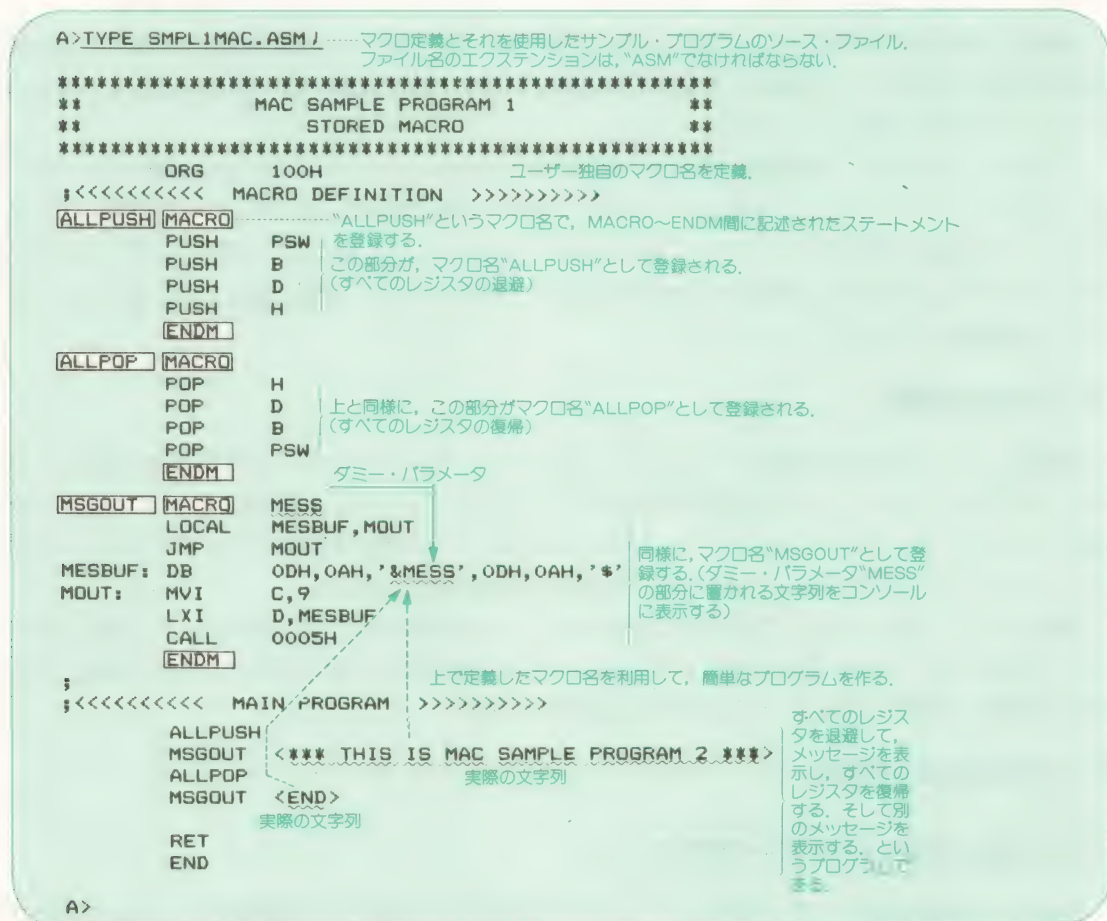
```
A>TYPE SMPL1MAC.ASM

*****************************************************
**              MAC SAMPLE PROGRAM 1               **
**                 STORED MACRO                    **
*****************************************************
          ORG     100H
;<<<<<<<<<<  MACRO DEFINITION  >>>>>>>>>>
ALLPUSH MACRO
          PUSH    PSW
          PUSH    B
          PUSH    D
          PUSH    H
          ENDM

ALLPOP  MACRO
          POP     H
          POP     D
          POP     B
          POP     PSW
          ENDM

MSGOUT  MACRO     MESS
          LOCAL   MESBUF,MOUT
          JMP     MOUT
MESBUF:   DB      0DH,0AH,'&MESS',0DH,0AH,'$'
MOUT:     MVI     C,9
          LXI     D,MESBUF
          CALL    0005H
          ENDM
;
;<<<<<<<<<<  MAIN PROGRAM  >>>>>>>>>>
          ALLPUSH
          MSGOUT  <*** THIS IS MAC SAMPLE PROGRAM 2 ***>
          ALLPOP
          MSGOUT  <END>

          RET
          END

A>
```


Figure-3.1.1　マクロ定義と定義されたマクロの使用例のサンプル・プログラムのソース・ファイル．

次にソース・ファイルを，MACを使ってアセンブルします．アセンブルを実行する時のコマンド・ラインに，アセンブリ・パラメータを付けることにより，アセンブル実行時の入力／出力ファイルの各種のコントロールなどが行えますが，ここでは一番単純なコマンドで実行します．

アセンブルの実行例を次に示します．

```
A>MAC SMPL1MAC ↲  ……ソース・ファイル"SMPL1 MAC. ASM"をMACでアセンブルする.
CP/M MACRO ASSEM 2.0
0150
002H USE FACTOR
END OF ASSEMBLY
A>  ……アセンブル終了.
```

Figure-3.1.2　　MACによるアセンブルの実行．

アセンブルが正常に終了しました．ソース・ファイル "SMPL1MAC．ASM" から，次の各ファイルが生成されました．DIRで示します．その後で，LOADコマンドにより"COM"ファイルを生成し，再びDIRで各ファイルを確認してみましょう．

```
A>DIR SMPL1MAC.* ↲  ……アセンブルにより作られた各種ファイルの確認.
A: SMPL1MAC ASM : SMPL1MAC PRN : SMPL1MAC HEX : SMPL1MAC SYM
      ソース・ファイル    リスト・ファイル  HEXオブジェクト・ファイル
A>LOAD SMPL1MAC ↲  ……LOADコマンドで
                     COMファイルに変換.
FIRST ADDRESS 0100
LAST  ADDRESS 014F
BYTES READ    0050
RECORDS WRITTEN 01
A>DIR SMPL1MAC.* ↲  ……生成されたCOMファイルの確認.
A: SMPL1MAC COM : SMPL1MAC ASM : SMPL1MAC PRN : SMPL1MAC HEX
A: SMPL1MAC SYM
A>
```

MACでは，シンボルテーブルのファイルも作られる．ただしこの例ではメインプログラムにシンボルを使ってないので，ファイルの内容は空である．(後述)

Figure-3.1.3　　MACによって生成された各ファイルの確認と，LOADコマンドによる"COM"ファイルの生成．

以上の手順で，実行可能な "COM" ファイル "SMPL1MAC．COM" ができ上りました．
とりあえず，このプログラムを実行してみましょう．

```
A>SMPL1MAC ↲  ……サンプル・プログラムの実行.
*** THIS IS MAC SAMPLE PROGRAM 2 ***
END

A>
```

表示されたこの2つのメッセージと，Figure-3.1.1のメインプログラム部を比較して下さい．

Figure-3.1.4　　サンプル・プログラムの実行．

このように，Figure-3.1.1のソース・ファイルのメインプログラム部に書かれた2種類のメッセージ（<>で囲まれた文字列）が，コンソールに表示されています．

さて次に，本項の解説で，最も重要なリストとなる当サンプル・プログラムのPRNファイルを示します．〝マクロ〟の概念を，このPRNリストから理解することができるでしょう．

ソース・ファイルであるFigure-3.1.1のリストと，次のPRNファイルのリストとをよく対比してみて下さい．定義されたそれぞれのマクロが，メインプログラムで使用され，それがアセンブルされることにより，どのように展開され，オブジェクト・コードに変換されるかに注目して下さい．

```
A>TYPE SMPL1MAC.PRN
                    ***********************************************
                    **             MAC SAMPLE PROGRAM 1          **
                    **                STORED MACRO               **
                    ***********************************************

0100                        ORG     100H

                    ;<<<<<<<<<<  MACRO DEFINITION  >>>>>>>>>>

                    ALLPUSH MACRO
                            PUSH    PSW
                            PUSH    B
                            PUSH    D
                            PUSH    H
                            ENDM

                    ALLPOP  MACRO
                            POP     H
                            POP     D
                            POP     B
                            POP     PSW
                            ENDM

                    MSGOUT  MACRO   MESS
                            LOCAL   MESBUF,MOUT
                            JMP     MOUT
                    MESBUF: DB      0DH,0AH,'&MESS',0DH,0AH,'$'
                    MOUT:   MVI     C,9
                            LXI     D,MESBUF
                            CALL    0005H
                            ENDM
                    ;
                    ;<<<<<<<<<<  MAIN PROGRAM  >>>>>>>>>>

                            ALLPUSH
0100+F5                     PUSH    PSW
0101+C5                     PUSH    B
0102+D5                     PUSH    D
0103+E5                     PUSH    H

                            MSGOUT  <*** THIS IS MAC SAMPLE PROGRAM 2 ***>
0104+C33001                 JMP     ??0002
0107+0D0A2A2A2A??0001:      DB      0DH,0AH,'*** THIS IS MAC SAMPLE PROGRAM 2 ***',0DH,0AH,'$'
0130+0E09           ??0002: MVI     C,9
0132+110701                 LXI     D,??0001
0135+CD0500                 CALL    0005H

                            ALLPOP
0138+E1                     POP     H
0139+D1                     POP     D
013A+C1                     POP     B
013B+F1                     POP     PSW
```

```
                          MSGOUT   <END>
013C+C34701               JMP      ??0004
013F+0D0A454E44??0003:    DB       0DH,0AH,'END',0DH,0AH,'$'
0147+0E09        ??0004:  MVI      C,9
0149+113F01               LXI      D,??0003
014C+CD0500               CALL     0005H
014F C9                   RET
0150                      END
A>
```


Figure-3.1.5　サンプル・プログラムのPRNファイルのリスト．マクロの概念を知る上で最重要.

このサンプル・プログラムは，マクロ定義とその使用（マクロ・コールと言う）の最も単純な例であり，本来は，もっと高度な定義法や使用法があります.

いずれにしても，よく使われるようなルーチンをマクロで定義しておけば，使う時に，マクロ名，あるいはマクロ名と必要なパラメータを記述するだけで良いのです.あとはMACアセンブラが自動的にFigure-3.1.5のように展開してくれます．パラメータを変えて，同じルーチンを呼ぶことができる点が，普通のサブルーチンと大きく異なります.

マクロ・ライブラリの利用とその使用例

購入したMACのディスケットには，本体の〝MAC．COM〟の他に，多くのマクロ・ライブラリが含まれています．その内容を記したファイル，〝DISK．DOC〟をタイプアウトして次に示しますので参考にして下さい.

"MAC"のディスケットに含まれる各種ファイルについての説明文のタイプアウト.

```
A>TYPE DISK.DOC

        File:             Contents:
        MAC.COM           "MAC" Macro Assembler
        SAMPLE.ASM        Sample program to test MAC execution

        I8085.LIB         Simple macros for 8085 RIM/SIM instructions
        Z80.LIB           Macro lirary for Z80 operation codes
        Z80.DOC           Documentation for the Z80.LIB file

        INTER.LIB         Traffic light intersection library (see manual)
        TREADLES.LIB      Library for traffic treadles
        BUTTONS.LIB       Library for pedestrian pushbuttons

        SIMPIO.LIB        Simple BDOS I/O Library
        SEQIO.LIB         Sequential file I/O library

        STACK.LIB         Simple stack machine library
        DSTACK.LIB        Complete stack machine library

        COMPARE.LIB       Library for simple 8-bit comparison operations
        NCOMPARE.LIB      8-bit comparisons with negation
        WHEN.LIB          Macros for the WHEN construct (see manual)
```

```
        DOWHILE.LIB      Macros for the DOWHILE contstruct
        SELECT.LIB       Macros for the SELECT construct
A>
```

Figure-3.1.6　"MAC" のディスケットに含まれる各種ファイルの説明文のタイプアウト.

これらのライブラリを利用することにより，8080，8085，Z80のいずれをもアセンブルすることが可能となりますが，まず，これらのマクロ・ライブラリの中から，シーケンシャル・ファイル I/O ライブラリ，"SEQIO．LIB" を利用して，サンプル・プログラムを作ってみましょう．

CP/Mのビルトイン・コマンドの "TYPE" と同等のプログラムを作ってみましょう．もし，マクロ・ライブラリを利用せずに，このプログラムを実現するには，2．2章のシステム・コールのファンクション：15，20項で実習したプログラムを骨子とすれば良いでしょう．

しかし，このプログラムにマクロ・ライブラリを利用した場合，どのような威力を発揮するか，まずその実例を示します．

"SEQIO．LIB" マクロ・ライブラリを利用した，アスキー・ファイルのタイプアウト・プログラム（プログラム名 "TYPEOUT"）のソース・リストを示します．

```
A>TYPE TYPEOUT.ASM

*********************************************
**           MAC SAMPLE PROGRAM 2          **
**            ASCII FILE TYPEOUT           **
*********************************************

         ORG      100H

         MACLIB   SEQIO

         LXI      SP,STACK

         FILE     INFILE,INPUTFILE,,1,,1024
NXTBLOCK:
         GET      INPUTFILE
         JZ       0000H
         CPI      1AH
         JZ       0000H
         PUT      CON
         JMP      NXTBLOCK

         DS       32
STACK    EQU      $
BUFFERS:
         END

A>
```


Figure-3.1.7　マクロ・ライブラリを利用した，タイプアウト・プログラムのソース・リスト.

このソース・リストのようにSEQIOマクロ・ライブラリの中から，〝FILE〞，〝GET〞，〝PUT〞の3つをマクロ・コールすることにより，実に簡素にタイプアウト・プログラムを実現することができます．

ここで，〝FILE〞マクロのパラメータについて説明しておきましょう．

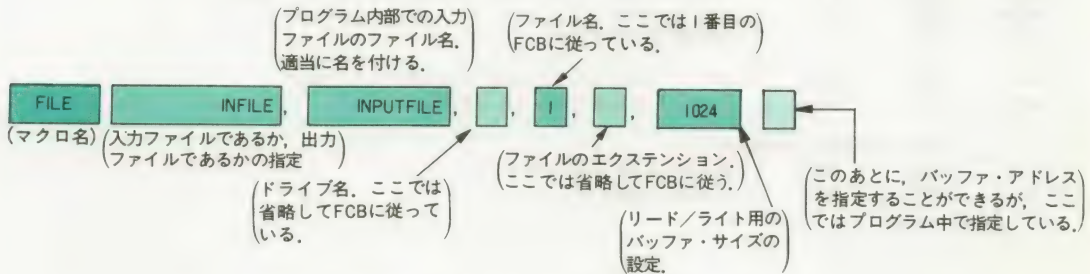



Figure-3.1.8 〝FILE〞マクロのパラメータ

当プログラムで用いた〝FILE〞マクロのパラメータは，このように入力ファイルとしての設定をしましたが，例えばもう1組，アウトプット・ファイル用の〝FILE〞のマクロ・コールを行い，プログラム中の〝PUT　CON〞を，〝PUT　OUTPUTFILE〞とでもすれば，このプログラムは，PIPコマンドのファイル・コピーのプログラムに相当するものになる訳です．

次に，このソース・ファイルをMACでアセンブルし，LOADコマンドを実行して，〝TYPEOUT．COM〞を生成し，実行してみましょう．アセンブラの実行は，Figure-3.1.2と同様なのでここで示すのは省略します．

ライブラリ・ファイルの〝SEQIO．LIB〞は，アセンブラが実行されるドライブと同一のドライブ上になければなりませんのでアセンブル時には注意して下さい．

でき上ったプログラムの実行時のコマンドは，

TYPEOUT␣x：filename. ext ↲

です．x：はドライブ名で，ログイン・ディスクの場合は省略できます．

次に実行例として，ドライブB：上のファイル〝DUMP．ASM〞をタイプアウトしたものを示します．

```
A>TYPEOUT B:DUMP.ASM ↲      ←ドライブB：上のファイル，〝DUMP. ASM〞をタイプアウトする．

;       FILE DUMP PROGRAM, READS AN INPUT FILE AND PRINTS IN HEX
;
;       COPYRIGHT (C) 1975, 1976, 1977, 1978
;       DIGITAL RESEARCH
;       BOX 579, PACIFIC GROVE
;       CALIFORNIA, 93950
;
```

```
        ORG     100H
BDOS    EQU     0005H   ;DOS ENTRY POINT
CONS    EQU     1       ;READ CONSOLE
TYPEF   EQU     2       ;TYPE FUNCTION
PRINTF  EQU     9       ;BUFFER PRINT ENTRY
BRKF    EQU     11      ;BREAK KEY FUNCTION (TRUE IF CHAR READY)
OPENF   EQU     15      ;FILE OPEN
READF   EQU     20      ;READ FUNCTION
;
FCB     EQU     5CH     ;FILE CONTROL BLOCK ADDRESS
BUFF    EQU     80H     ;INPUT DISK BUFFER ADDRESS
;
;       NON GRAPHIC CHARACTERS
CR      EQU     0DH     ;CARRIAGE RETURN
LF      EQU     0AH     ;LINE FEED
;
                .
                .
                .
                .
```

ファイルのEOFを検出した時点でファイルの出力を終わる.

Figure-3.1.8　マクロ・ライブラリを利用して作られたタイプアウト・プログラムの実行.

次に当プログラムで利用した"FILE"マクロが，ファイル操作上の各種エラー処理を行うルーチンを含んでいることを実際に確認してみましょう.

```
A>TYPEOUT ABCD.XYZ ↵   ……ディスク上に存在しないファイルのタイプアウトを行う.

NO INPUTFILE FILE   ……エラー・メッセージが表示されてCP/Mに戻った.

A>     ＼プログラム中で，内部のファイル名として指定した名前であることに注目.
```

Figure-3.1.9　"FILE"マクロのエラー処理の確認．ファイルが見つからない場合.

この他にも，"DISK　FULL"とか，"CANNOT　CLOSE"とか，各種のエラー処理を勝手に行ってくれます.

次に，当プログラムの中でマクロ・コールした部分は，実際にはどのように展開されているのか，"PRN"ファイルをタイプアウトして見てみましょう.

```
A>TYPE TYPEOUT.PRN

              ********************************************
              **          MAC SAMPLE PROGRAM 2          **
              **          ASCII FILE TYPEOUT            **
              ********************************************

0100                      ORG      100H

                          MACLIB   SEQIO

0100 312502               LXI      SP,STACK

                          FILE     INFILE,INPUTFILE,,1,,1024
0001+=        INPUTFILETYP         EQU      INFILE
0103+C30F01               JMP      ??0009
0106+7E                   MOV      A,M
0107+12                   STAX     D
0108+23                   INX      H
0109+13                   INX      D
010A+0D                   DCR      C
010B+C20601               JNZ      @DEF
010E+C9                   RET
010F+215C00               LXI      H,@TFCB+(1-1)*16
0112+111D01               LXI      D,FCBINPUTFILE
0115+0E0C                 MVI      C,@C
0117+CD0601               CALL     @DEF
011A+C34401               JMP      ??0008
011D+                     DS       @C
011D+=        FCBINPUTFILE         EQU      $-12
0129+00                   DB       0
                          .
                          .
                          .
                          .
              NXTBLOCK:
                          GET      INPUTFILE
01EF+CD4701               CALL     GETINPUTFILE

01F2 CA0000               JZ       0000H
01F5 FE1A                 CPI      1AH
01F7 CA0000               JZ       0000H

                          PUT      CON
01FA+F5                   PUSH     PSW
01FB+0E02                 MVI      C,@CON
01FD+5F                   MOV      E,A
01FE+CD0500               CALL     @BDOS
0201+F1                   POP      PSW

0202 C3EF01               JMP      NXTBLOCK

0205                      DS       32
0225 =        STACK       EQU      $
              BUFFERS:
0225                      END

A>
```


Figure-3.1.10　当プログラムの "PRN" ファイルのタイプアウト．マクロが展開されている様子がよく分かる．

Z80のアセンブル例

MACは，付属してくるマクロ・ライブラリの〝Z80．LIB〟を利用して，Z80用のソース・ファイルをアセンブルすることができます．使用されるニーモニックは，ザイログ表記ではなく，いわゆる〝インテル拡張ニーモニック〟と呼ばれるものです．

世の中にはいろいろな人がいて，〝ザイロク表記を採用していないものは，Z80のアセンブラにあらず〟と思っている人もいますが，アセンブラは，その総合的な機能と環境こそ第1に評価されるべきであり，その手段であるニーモニックの表現法のみに目を奪われるのはどうかと思います．筆者も，ザイロク表記法の方がロジック的には分かり易いと思いますが，どちらにしても最重要な問題ではありません．

さて，MACによるZ80のアセンブル例を示します．

サンプル・プログラムとして，IF～ELSE～ENDIFの条件付きアセンブルの実習も兼ねて，1つのソース・ファイルで，8080，Z80の両方に対応できるプログラムを作ってみましょう．今回のプログラムは，メモリとCPUレジスタ間の操作を，8080とZ80の双方で，同じ内容のものを表記したもので，詳しくはリストをご覧下さい．

そのソース・リスト（プログラム名は〝8080Z80〟）を次に示します．

```
A>TYPE 8080Z80.ASM
**************************************************
**               MAC SAMPLE PROGRAM 3           **
**                  8080 & Z-80 USE             **
**************************************************
          TITLE   '--- 8080-Z80 SAMPLE PROGRAM ---'
          PAGE    50

          ORG     100H
          MACLIB  Z80

TRUE      EQU     0FFFFH
FALSE     EQU     NOT TRUE
Z80       EQU     TRUE
I8080     EQU     NOT Z80

          MVI     B,00

          IF      Z80
          SETB    7,B

          ELSE
          PUSH    PSW
          MVI     A,1000$0000B
          ORA     B
          MOV     B,A
          POP     PSW
          ENDIF
```

```
        LXI     H,4004H
        MOV     M,B

        IF      Z80
        LHLD    0001H
        LDED    0006H
        ENDIF

        IF      I8080
        LHLD    0006H
        XCHG
        LHLD    0001H
        ENDIF

        IF      Z80
        SHLD    4001H
        SDED    4006H

        ELSE
        SHLD    4001H
        XCHG
        SHLD    4006H
        ENDIF

        LXI     H,3000H
        LXI     D,4080H
        LXI     B,128
        CALL    BLKMOVE
        RET

;       <<<<<   BLOCK MOVE SUB ROUTINE   >>>>>
BLKMOVE:
        IF      Z80
        LDIR
        RET

        ELSE
        MOV     A,B
        ORA     C
        RZ
        MOV     A,M
        STAX    D
        INX  H! INX  D
        DCX     B
        JMP     BLKMOVE
        ENDIF

        END

A>
```


Figure-3.1.11　Z80のアセンブル例のソース・リスト．

```
プリンタ用紙にタイプアウトされたPRNリスト，1ページ50行にフォーマットされている．

CP/M MACRO ASSEM 2.0    #001    --- 8080-Z80 SAMPLE PROGRAM ---   タイトルとページNo.が付く．

                  ***********************************************
                  **          MAC SAMPLE PROGRAM 3             **
                  **            8080 & Z-80 USE                **
                  ***********************************************

                        TITLE   '--- 8080-Z80 SAMPLE PROGRAM ---'
                        PAGE    50

 0100                   ORG     100H
                        MACLIB  Z80

 FFFF =        TRUE     EQU     0FFFFH
 0000 =        FALSE    EQU     NOT TRUE
 FFFF =        Z80      EQU     TRUE
 0000 =        I8080    EQU     NOT Z80

 0100 0600              MVI     B,00

                        IF      Z80
                        SETB    7,B
 0102+CBF8              DB      0CBH,7*8+B+0C0H ← Z80ライブラリから，SETBのZ80のコードが代入されている．

                        ELSE
                        PUSH    PSW
                        MVI     A,1000*0000B
                        ORA     B               ← アセンブルされていない．
                        MOV     B,A
                        POP     PSW
                        ENDIF

 0104 210440            LXI     H,4004H
 0107 70                MOV     M,B

                        IF      Z80
 0108 2A0100            LHLD    0001H
                        LDED    0006H
 010B+ED5B              DB      0EDH,5BH ← 同じくLDEDのコードが代入されている
 010D+0600              DW      0006H
                        ENDIF

                        IF      I8080
                        LHLD    0006H
                        XCHG                    ← アセンブルされていない．
                        LHLD    0001H
                        ENDIF

                        IF      Z80
 010F 220140            SHLD    4001H
                        SDED    4006H
```

```
                         PRNリスト2ページ目
CP/M MACRO ASSEM 2.0    #002    --- 8080-Z80 SAMPLE PROGRAM ---

 0112+ED53              DB      0EDH,53H ← 同じくSDEDのコードが代入されている．
 0114+0640              DW      4006H

                        ELSE
                        SHLD    4001H
                        XCHG                    ← アセンブルされていない．
                        SHLD    4006H
                        ENDIF

 0116 210030            LXI     H,3000H
 0119 118040            LXI     D,4080H
 011C 018000            LXI     B,128
 011F CD2301            CALL    BLKMOVE
 0122 C9                RET

                ;               BLOCK MOVE SUB ROUTINE
                BLKMOVE:
                        IF      Z80
                        LDIR
 0123+EDB0              DB      0EDH,0B0H  同じくLDIRのコードが代入されている．
 0125 C9                RET

                        ELSE
                        MOV     A,B
                        ORA     C
                        RZ
                        MOV     A,M             ← アセンブルされていない．
                        STAX    D
                        INX H'  INX D
                        DCX     B
                        JMP     BLKMOVE
                        ENDIF

 0126                   END
```

Figure-3.1.12　プリンタ用紙にタイプアウトされたサンプル・プログラムのPRNリスト．

上記のソース・ファイルをFigure-3.1.2に示したのと同様に，MACでアセンブルします．

次に，アセンブルにより生成されたPRNファイルをプリンタにタイプアウトして，そのリストを示します．"PAGE　50" の指定により，1ページ50行にリスト・フォーマットされています．

上記のPRNリストから，条件付きアセンブルが，どのように実行されているかが分かります．Z80が真，8080を偽としてアセンブルしたため，8080用の部分が無視されています．

アセンブルされている側の，8080のニーモニックにはないZ80ニーモニックの部分は，"Z80．LIB" マクロ・ライブラリからZ80のオブジェクト・コードが与えられています．

次に，当項の主旨ではありませんが，このサンプル・プログラムを実行してみましょう．先程のアセンブルによりHEXファイルも生成されていますので，LOADコマンドを実行して，"8080Z80．COM" ファイルを作ります．

では，実行前準備とプログラムの実行，それに結果の確認をした実行例を次に示します．

```
A>DDT↲        DDTを起動．
DDT VERS 2.2
-F3000,3100,55↲ ……アドレス3000H～3100Hに"55"をフィル．
-F4000,5000,00↲ ……アドレス4000H～5000Hを0クリア．あとで確認し易いように．
-^C…DDTを終わる．
A>
```

```
A>8080Z80 ↲ ……サンプル・プログラムの実行.
A>
A>DDT ↲    ・DDTを起動.

DDT VERS 2.2                    それぞれ書き込まれたデータ.
-D4000,400F ↲
4000 00 03 DA 00 80 00 06 CC 00 00 00 00 00 00 00 00 ..ﾚ...ﾌ........
-D4070 410F ↲
4070 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 ................
4080 55 55 55 55 55 55 55 55 55 55 55 55 55 55 55 55 UUUUUUUUUUUUUUUU
4090 55 55 55 55 55 55 55 55 55 55 55 55 55 55 55 55 UUUUUUUUUUUUUUUU
40A0 55 55 55 55 55 55 55 55 55 55 55 55 55 55 55 55 UUUUUUUUUUUUUUUU
40B0 55 55 55 55 55 55 55 55 55 55 55 55 55 55 55 55 UUUUUUUUUUUUUUUU
40C0 55 55 55 55 55 55 55 55 55 55 55 55 55 55 55 55 UUUUUUUUUUUUUUUU
40D0 55 55 55 55 55 55 55 55 55 55 55 55 55 55 55 55 UUUUUUUUUUUUUUUU
40E0 55 55 55 55 55 55 55 55 55 55 55 55 55 55 55 55 UUUUUUUUUUUUUUUU
40F0 55 55 55 55 55 55 55 55 55 55 55 55 55 55 55 55 UUUUUUUUUUUUUUUU
4100 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 ................
-^C                 ブロック転送された128バイトのデータ.
A>
```

Figure-3.1.13　サンプル・プログラムの実行前の準備と実行，それに結果の確認.

次に，参考までに，Figure-3.1.11の当プログラムのソース・リストの〝Z80　TRUE〟の部分を，〝Z80　FALSE〟と逆に書き直して，再アセンブルするとどうなるでしょう.
そのアセンブル後のPRNリストを次に示します.

```
CP/M MACRO ASSEM 2.0    #001    --- 8080-Z80 SAMPLE PROGRAM ---

                  ****************************************************
                  **            MAC SAMPLE PROGRAM 3                **
                  **              8080 & Z-80 USE                   **
                  ****************************************************

                        TITLE   '--- 8080-Z80 SAMPLE PROGRAM ---'
                        PAGE    50

 0100                   ORG     100H
                        MACLIB  Z80

 FFFF =         TRUE    EQU     0FFFFH
 0000 =         FALSE   EQU     NOT TRUE
 0000 =         Z80     EQU     FALSE
 FFFF =         I8080   EQU     NOT Z80

 0100 0600              MVI     B,00

                        IF      Z80
                        SETB    7,B

                        ELSE
 0102 F5                PUSH    PSW
 0103 3E80              MVI     A,1000$0000B
 0105 B0                ORA     B
 0106 47                MOV     B,A
 0107 F1                POP     PSW
                        ENDIF

 0108 210440            LXI     H,4004H
 010B 70                MOV     M,B

                        IF      Z80
                        LHLD    0001H
                        LDED    0006H
                        ENDIF

                        IF      I8080
 010C 2A0600            LHLD    0006H
 010F EB                XCHG
 0110 2A0100            LHLD    0001H
                        ENDIF

                        IF      Z80
                        SHLD    4001H
                        SDED    4006H

                        ELSE
 0113 220140            SHLD    4001H
```

```
CP/M MACRO ASSEM 2.0    #002    --- 8080-Z80 SAMPLE PROGRAM ---

 0116 EB                XCHG
 0117 220640            SHLD    4006H
                        ENDIF

 011A 210030            LXI     H,3000H
 011D 118040            LXI     D,4080H
 0120 018000            LXI     B,128
 0123 CD2701            CALL    BLKMOVE
 0126 C9                RET

                ;       <<<<<   BLOCK MOVE SUB ROUTINE  >>>
                BLKMOVE:
                        IF      Z80
                        LDIR
                        RET

                        ELSE
 0127 78                MOV     A,B
 0128 B1                ORA     C
 0129 C8                RZ
 012A 7E                MOV     A,M
 012B 12                STAX    D
 012C 2313              INX H!  INX D
 012E 0B                DCX     B
 012F C32701            JMP     BLKMOVE
                        ENDIF

 0132                   END
```

Figure-3.1.14　先程のものと条件を逆にした場合のアセンブル結果.

このように今回は，8080用の部分がアセンブルされて，Z80用の部分が無視されています．

ここでも同じく，LOADコマンドで〝8080Z80．COM〞ファイルを作り実行すれば，今度は8080のオブジェクト・コードにより，Figure-3.1.13と同一の結果が得られます．

```
A>TYPE Z80.LIB↓

;        @CHK MACRO USED FOR CHECKING 8 BIT DISPLACMENTS
;
@CHK     MACRO    ?DD      ;; USED FOR CHECKING RANGE OF 8-BIT DISP.S
         IF (?DD GT 7FH) AND (?DD LT OFFBOH)
 'DISPLACEMENT RANGE ERROR - Z80 LIB'
         ENDIF
         ENDM
LDX      MACRO    ?R,?D
         @CHK     ?D
         DB       ODDH,?R*8+46H,?D
         ENDM
LDY      MACRO    ?R,?D
         @CHK     ?D
         DB       OFDH,?R*8+46H,?D
         ENDM
           ∫
LDI      MACRO
         DB       OEDH,OAOH
         ENDM
LDIR     MACRO
         DB       OEDH,OBOH
         ENDM
LDD      MACRO
         DB       OEDH,OA8H
         ENDM
           ∫
```

Figure-3.1.14-a マクロ・ライブラリは，ユーザーが独自に変更したり，独自に開発したプログラムを新しいライブラリ・ファイルとしたり，自由に，使い易いようにすることができます．参考までに，〝Z80．LIB〞マクロ・ライブラリをタイプアウトして示しておきます．
〝LDIR〞は，Figure-3.1.11に使われていますので注目して下さい．

3.1.3 シンボル・テーブルについて

MACによるアセンブルの結果，シンボル・テーブルのファイルが生成されます．このファイルは，後述のSID（シンボリック・インストラクション・デバッガ）やZSIDのシンボル入力用としても使われます．

ここで，2．3章の〝電子早見帳〞のソース・ファイルをMACでアセンブルし，生成されたシンボル・テーブルを示します．

```
A>MAC RNDFILE ↲ ……"電子早見帳"のソース・ファイルのアセンブル.

CP/M MACRO ASSEM 2.0
0434
004H USE FACTOR
END OF ASSEMBLY


A>DIR RNDFILE.* ↲ ……アセンブルの終了後，生成された各ファイルの確認.

A: RNDFILE  ASM : RNDFILE  PRN : RNDFILE  HEX : RNDFILE  SYM
     ソース・ファイル
A>
```

Figure-3.1.15　2．3章の"電子早見帳"のソース・ファイルをMACでアセンブルする.

上記のアセンブルで生成されたシンボル・テーブルをタイプアウトして次に示します.

各シンボルは，ABC順にソートされています. Figure-2.3.5のPRNリストの各アドレスと比較してみて下さい.

```
A>TYPE RNDFILE.SYM ↲ ……生成されたシンボル・テーブルのタイプアウト.
                       Figure - 2.3.5のPRNリストの各アドレスを参照.
0005 BDOS       0279 CLOSE      010A CMDSEL     02C3 CONIN      02CB CONOUT
000D CR         0172 DATAIN     01B1 DATAIN1    01EE DATAOUT    0080 DMA0
03B4 DMA1       01C5 DSEARCH    0270 ERROR      01FB EXIT       005C FCB
007D FCBRO      038D FLNEEDCLS  038C FLOPEN     0159 INSLMAP    0260 JUST
01A0 KEYIN      000A LF         0143 MAPWT      0387 MSGCRLF    0352 MSGDATIN
031E MSGERR     032A MSGIDXIN   02BD MSGOUT     02D4 MSGSEL     0366 MSGSRCH
012F NEWFILE    026D NOTFIND    0250 NXTIDX     021A OPNMPRD    0390 PMRECO
0392 PMRECC     038E PTIDAD     02A3 RNDREAD    02B0 RNDWRITE   01B9 RNDWT
024C SEARCH     0296 SEQWRITE   0287 SETRNDRCO  01CF SRCHIN     03B4 STACK

A>
```

Figure-3.1.16　生成されたシンボル・テーブルのタイプアウト.

3.1.4 SID, ZSIDの使用例

デジタルリサーチ社では，DDTよりさらに強力なシンボリック・インストラクション・デバッガの"SID"，および，Z80用のSIDである"ZSID"を用意しています.

ここで，ZSIDを起動して，先程のFigure-3.1.14～15のMACによるアセンブルで生成された電子早見帳の"RNDFILE"プログラムのHEXオブジェクト・ファイル"RNDFILE．HEX"をロードし，かつシンボル・テーブルも入力して，シンボリックにデバッグを行うことを想定して，2～3のコマンドを実行してみましょう.

SID, ZSIDは，DDTのコマンドとアッパーコンパチブルですので，もちろんDDTと同様なコマンドの使い方ができますが，ここでは，シンボルによるコマンド入力のみを2～3行ってみます．Figure-2.3.5の“RNDFILE”のリストと，Figure-3.1.16のシンボル・テーブルのリストとよく比較して下さい．

```
A>ZSID↲ ……ZSIDを起動．“#”がZSIDのプロンプトである．

ZSID VERS 1.4
#IRNDFILE.HEX RNDFILE.SYM↲    Iコマンドで，“RNDFILE”のHEXとSYMファイルをFCBに入力．
#R↲ …… Rコマンドでメモリに読み込む．
SYMBOLS ……シンボル・テーブルが読み込まれたことを示すメッセージ．
NEXT  PC   END
038C 0100 886F

#L100↲ ……Lコマンドで100Hから逆アセンブル．
  0100  LD    SP,03B4 .DMA1
  0103  XOR   A
  0104  LD    (038C .FLOPEN),A
  0107  LD    (038D .FLNEEDCLS),A
CMDSEL:← ラベルが表示される．
  010A  LD    DE,02D4 .MSGSEL      ～印に注目．
  010D  CALL  02BD .MSGOUT       表示されたアドレスが，シンボルのアドレスに当たっていれば，
  0110  CALL  02C3 .CONIN        そのシンボル名を表示している．
  0113  CP    53
  0115  JP    Z,01C5 .DSEARCH
  0118  CP    49
  011A  JP    Z,0172 .DATAIN

#L.CONIN↲ ……Lコマンドでシンボル“CONIN”から逆アセンブル開始．
CONIN:
  02C3  PUSH  HL
  02C4  LD    C,01
  02C6  CALL  0005 .BDOS
  02C9  POP   HL
  02CA  RET
CONOUT:
  02CB  PUSH  HL
  02CC  LD    C,02
  02CE  LD    E,A
  02CF  CALL  0005 .BDOS
  02D2  POP   HL
  02D3  RET

#D.DATAIN,.DSEARCH↲ ……Dコマンド．シンボル“DATAIN”から“DSEARCH”までをダンプ．
0172: 3A 8C 03 3C CA 81 01 CD 1A 02 3E FF 32 8D
      :  .  .  <  .  .  .  .  .  .  >  .  2  .
0180: 03 3E FF CD 4C 02 3C CA 0A 01 11 2A 03 CD BD 02
      .  >  .  .  L  .  <  .  .  .  .  *  .  .  .  .
0190: CD C3 02 2A 8E 03 77 11 52 03 CD BD 02 21 B4 03
      .  .  .  *  .  .  w  .  R  .  .  .  .  !  .  .
01A0: CD C3 02 77 23 FE 1A CA B9 01 FE 0D C2 A0 01 3E
      .  .  .  w  #  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  >
01B0: 0A 77 CD CB 02 23 C3 A0 01 2A 92 03 22 7D 00 CD
      .  w  .  .  .  #  .  .  .  *  .  .  "  }  .  .
01C0: B0 02 C3 0A 01 3A
      .  .  .  .  .  :
```

```
#XP↲
P=0100 .DATAIN↲   プログラム・カウンタを，シンボル"DATAIN"にセット.
#X↲    全レジスタ値の表示.                    "DATAIN"のアドレスにセットされている.
 ----- A=00 B=0000 D=0000 H=0000 S=0100 P=0172
 ----- A'00 B'0000 D'0000 H'0000 X=0000 Y=0000 LD   A,(038C .FLOPEN)
#^C    ZSIDを終りCP/Mへ.

A>
```

Figure-3.1.17　ZSIDの使用例．シンボルによるコマンド入力の例．

このように，DDTでは絶対番地でアドレスの指定を行っていたものが，SID, ZSIDでは". symbol"と書くことにより，シンボル名によって，すべてのコマンドのアドレス指定ができます．もちろん絶対番地で行ってもかまいません．

3.2 RMACの使用例

3.2.1 RMACの機能

RMAC (Relocating Macro Assembler) は，前項で紹介したMACに，リロケータブルなオブジェクト・コードを発生する機能を加えたもので，次項で解説する"MACRO-80"とほとんど同じ機能を持っており，モジュール別の開発や各種コンパイラから，リロケータブル・オブジェクトとのリンク（後述）などが可能となるアセンブラです．リロケータブル・オブジェクトの形式は，次項で紹介する"MACRO-80"と同一であり，互いに互換性があります．

3.2.2 RMACの使い方実例

RMACによって可能となる，モジュール別マシン語開発法（1つのプログラムを，いくつかのモジュール〔部分〕に分け，それぞれのモジュール単位で責任を持って開発し，全部のモジュールの開発が終わった時点で，それぞれをリンク〔結合〕して1本のプログラムとする開発法）の紹介は，次項の"MACRO-80"の項で行いますので，その解説はここでは省略します（MACRO-80とほとんど同じ機能なので）．

RMACの実行例としては，次項の"モジュール別マシン語開発法"で実習するモジュールの1つを，このRMACを使ってアセンブルし，他のモジュールは，次項で行ったまま(MACRO-80でアセンブルしたもの）のものを使い，全体をリンクしてプログラムを完成させてみましょう．

ただし，これらの解説は，次の「MACRO-80」の項を先に読まなければ理解しにくいので，まずは次項にジャンプして，それからここに帰って来て下さい．

アセンブラの実行とリンクの実行例

次項，3．3章での実習プログラムで使用した3つのモジュールの内，最後のモジュール〝MODUL2″をRMACを使ってアセンブルし，次項と同様にリンクを行い，RMACとMACR-80により生成されるリロケータブル・オブジェクトが，同一形式であり，互換性があることを確認してみましょう．

RMACによってアセンブルされるソース・ファイルは，そのファイル名のエクステンションがMACと同じく〝ASM″でなければなりません（MACRO-80では〝MAC″）．

よって，まず最後のモジュールのソース・ファイル名〝MODUL2．MAC″を，〝MODULX．ASM″とでもリネームしておいて下さい．他のモジュールはそのままの状態にしておきます．

アセンブルの実行では，〝MODULX．ASM″を〝RMACによりアセンブルします．このモジュールは，メッセージ用の文字列ファイルなので，8080，Z80には関係なく，Z80のライブラリを使用する必要はありません．

アセンブラの実行例を次に示します．

```
A>RMAC MODULX↲        ソース・ファイル"MODULX.ASM"をアセンブル.
                      オプションのアセンブル・パラメータを付けない基本的なアセンブルを行う.
CP/M RMAC ASSEM 1.1
0068
000H USE FACTOR
END OF ASSEMBLY

A> アセンブルの終了.
```

Figure-3.2.1　RMACによるアセンブル実行例．

アセンブルが無事に終了しています．アセンブルにより，どのようなファイルが生成されたかをDIRにより次に示します．

```
A>DIR MODULX.*↲      RMACによって生成された各種ファイルの確認.

A: MODULX   PRN : MODULX   ASM : MODULX   REL : MODULX   SYM
   リスト・ファイル    ソース・ファイル    リロケータブル・      シンボル・テーブル
                                      オブジェクト・ファイル   ファイル
A>
```

Figure-3.2.2　RMACにより生成された各種ファイルの確認．

生成されたファイルには，MACで生成される〝HEX〟ファイルはなく，代わりに〝REL〟と〝SYM〟の両ファイルが生成されています．〝REL〟はリロケータブル・オブジェクト，〝SYM〟はシンボル・テーブルの意味です．

次に，シンボル・テーブルの〝MODULX．SYM〟をタイプアウトして次に示します．

```
A>TYPE MODULX.SYM ↵ ……シンボル・テーブルのリストアウト.

000D CR         000A LF         0037 MSGAFT     0000 MSGINP     001F MSGMNG
0050 MSGNIT

A>
```

Figure-3.2.3　RMACにより生成されたシンボル・テーブル．

それぞれのシンボルの相対アドレスは，次に示す〝MODULX．PRN〟リスト上のものと同じです．

```
                              PUBLIC  MSGINP,MSGMNG,MSGAFT,MSGNIT

0000 =               CR       EQU     0DH
000A =               LF       EQU     0AH

0000 0D0A4B4559 MSGINP:  DB     CR,LF,'KEY INPUT  ( M / A / N )?  >$'
001F 0D0A48454C MSGMNG:  DB     CR,LF,'HELLO  GOOD MORNING',CR,LF,'$'
0037 0D0A484920 MSGAFT:  DB     CR,LF,'HI !  GOOD AFTERNOON',CR,LF,'$'
0050 0D0A474F4F MSGNIT:  DB     CR,LF,'GOOD NIGHT  BYE-BYE',CR,LF,'$'

0068                     END
```

Figure-3.2.4　RMACにより生成された〝MODULX．PRN〟のリストアウト．

PRNリストのページ割りは，MACと同様，〝TITLE〟や〝PAGE〟の指定により行われます．

アセンブルに際しての各種ファイルの入力先や，出力先，それに出力リストの形式や内容の指定などは，Figure-3.2.1のコマンド・ラインの後に，〝アセンブル・パラメータ〟を付けて実行することにより，MACと同様，いろいろなコントロールを行うことができますが，ここでは何も付けず，最も基本的なアセンブルを行いました．

リンク

RMACによって生成された，最後のモジュールのリロケータブル・オブジェクト・ファイルを，次項の実習ですでに生成されている他のモジュールとリンクし，1本のプログラムにしましょう．

その実行例を次に示します.

```
                 RMACで
                 アセンブル
                 したもの
     ①     ②     ③     ④
A>L80 MAIN,MODUL1,MODULX,MAINX/E/N↓   L80の実行．①，②，③の各リロケータブル・オブジェクトのモジュールをリンクし，ファイル名④の"COM"ファイルを生成する．

Link-80  3.43  14-Apr-81  Copyright (c) 1981 Microsoft

Data    0100    01A7    <  167> ……生成された純マシン・コードは，アドレス100H～1A7Hにロードされる167バイトの容量であることを示している．

32596 Bytes Free ……残っている使用可能メモリ容量(この値はCP/Mのサイズによって異なる)．
[0000   01A7        1]
                    ↑
                    生成された純マシン・コードのページ数(1 ページは256バイト)．

A>DIR MAINX.*↓ ……生成されたCOMファイルの確認．

A: MAINX    COM ……ファイル名"MAINX"のCOMファイルが生成されている．

A>
```

Figure-3.2.5　　RMACでアセンブルしたモジュールを，他のモジュールとリンクするリンカの実行.

これで最終的な実行可能のオブジェクト・ファイル，"MAINX．COM"ができ上りました．さっそくこのプログラムを実行してみましょう．ただし，このプログラムは，Z80用に書かれていますので，8080や8085を使ったマシンの場合には，ソース・ファイルの変更が必要です．

でき上ったプログラムの実行例を次に示します.

```
A>MAINX↓ ……完成したプログラムの実行．

KEY INPUT  ( M / A / N )?  >M
HELLO  GOOD MORNING

KEY INPUT  ( M / A / N )?  >A
HI !  GOOD AFTERNOON

KEY INPUT  ( M / A / N )?  >N
GOOD NIGHT  BYE-BYE

KEY INPUT  ( M / A / N )?  >^Z ……Ctrl-Zのキーインによりプログラムを終了してCP/Mに戻る．

A>
```

Figure-3.2.6　　リンクにより完成したプログラムの実行.

3.3 MACRO-80によるモジュール別ソフト開発法とLINK-80

3.3.1 モジュール別ソフト開発法とは

ソフトウェアの開発において大きなシステムの開発になると，CP／Mに付属している〝ASM〞や，前述の〝MAC〞などのアブソリュートなアセンブラ（絶対番地のオブジェクト・コードを生成するアセンブラ）では，能率の良い開発を行うことが困難となり，今から解説を行う〝MACRO-80〞や前述の〝RMAC〞などのリロケータブルなアセンブラ（リロケータブルなオブジェクト・コードを生成するアセンブラ）が使われるようになります．つまり，大きなシステムを開発する場合，長大なプログラムを頭から順にコツコツと書いていったのでは，大変な時間がかかり，そのデバッグも容易なことではありません．

では，どうすればいいのでしょう．そこで〝モジュール別ソフト開発法〞が登場してくる訳です．（この開発法は，マシン語に限らず高級言語についても同じです）．

大きなシステムを能率良く開発するには，全体のプログラムを，数個から数十個のモジュール（ブロック）に適切に分割します．そして，分割したそれぞれのモジュールに対し，入力条件，出力条件など，仕様を明確に定めた上でそれらのモジュールを複数の開発現場に分散し，それぞれを同時に平行して開発を進めるのです．

デバッグは，モジュール単位，あるいは関連あるいくつかのモジュールをリンクして行います．開発責任者は，すべてのモジュールの開発の進み具合を見ながら，すべてのモジュールが，ほぼ完成した適当な時期に，全体のモジュールをリンクして，総合的なデバッグに入ります．

このように，大きなプログラムをいくつかのモジュールに分割して，それぞれを独立に並列して開発を行い，最後に1つにまとめて完成させる方法が〝モジュール別開発法〞なのです．

次の図は，この〝モジュール別開発法〞の考え方のアウトラインを図示したものです．

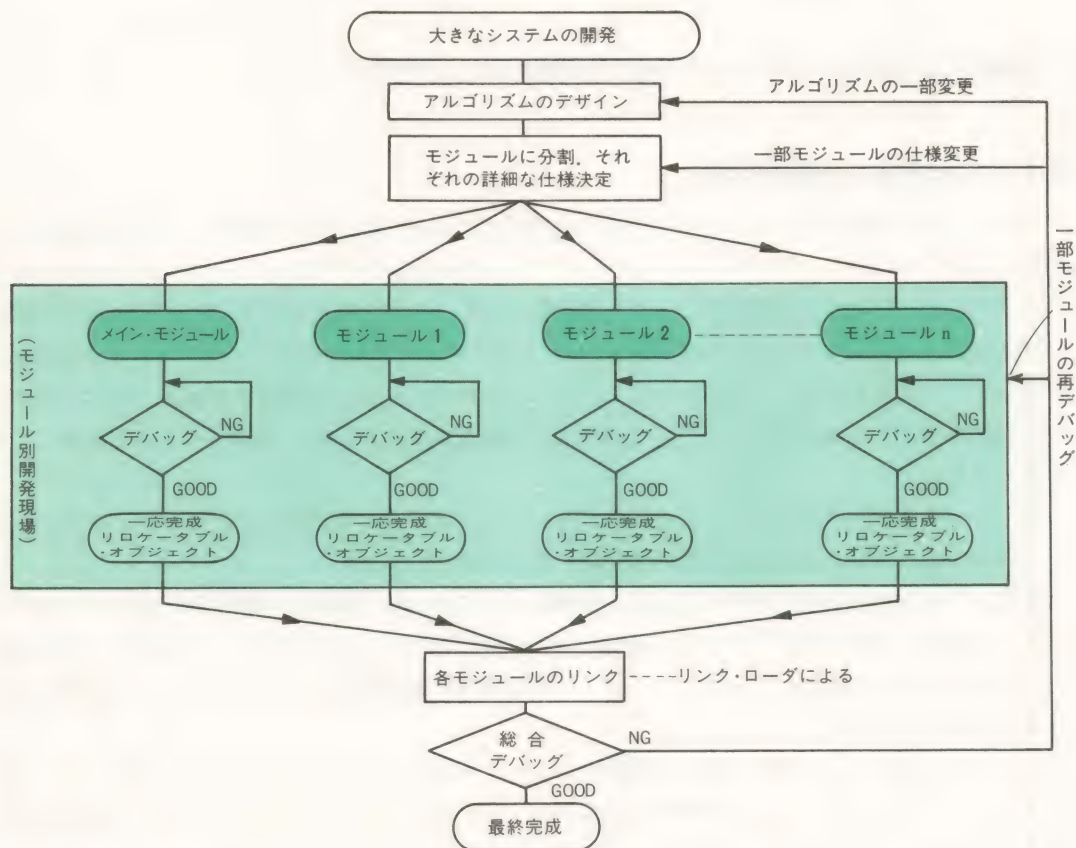



Figure-3.3.1　モジュール別ソフト開発の概念図

3.3.2 MACRO-80の機能

MACRO-80は，インテル形式の8080ニーモニック，およびザイログ形式のZ80ニーモニックをアセンブルし，リロケータブルなオブジェクト・ファイルと，PRNリスト・ファイル，それにシンボル・テーブルのリスト・ファイルを出力する8080／Z80両用のアセンブラで，マクロ機能を持っています．

MACRO-80により生成されるリロケータブル・オブジェクトの形式が，リロケータブル・オブジェクトの"標準フォーマット"となっており，3．2章のRMACなどの他社のアセンブラはもとより，5章で取り上げているような，各種高級言語のコンパイラ出力も，リロケータブルなものは，ほとんどがこの形式を採用しています（3．2章のRMACによるものとのリンク，3.5章のコンパイラとのリンクを参照）．

マクロ機能は，3．1章のMACとほぼ同じ機能を持っていますので，MACの項を参照して下さい(ただし，MACで可能なマクロ・ライブラリを取り込む機能は，MACRO-80にはありません)．

3.3.3 MACRO-80によるモジュール別ソフト開発の実例

では，モジュール別開発法により，1つの簡単なプログラムを作ってみましょう．

作成しようとするプログラム自身は，モジュール別開発を行うまでもない簡単なものですが，要は，その手法，開発過程に注目して下さい．

次のようなプログラムを作成します．

- プログラム名は〝MAIN〟．
- プログラムを起動すると，「コマンドを入力せよ」というメッセージを表示する．
- そこで〝M〟をキーインすると「GOOD MORNING」
  〝A〟　〃　「GOOD AFTERNOON」
  〝N〟　〃　「GOOD NIGHT」
  と表示され，再びコマンド入力に帰る．
- プログラムの終了は，Ctrl-Zをキーインすることにより，CP／Mに戻る．

上記のプログラムを実現するために，プログラム全体を次に図示するように3つのモジュールに分け，それぞれについて別々に開発を行うことにしましょう．

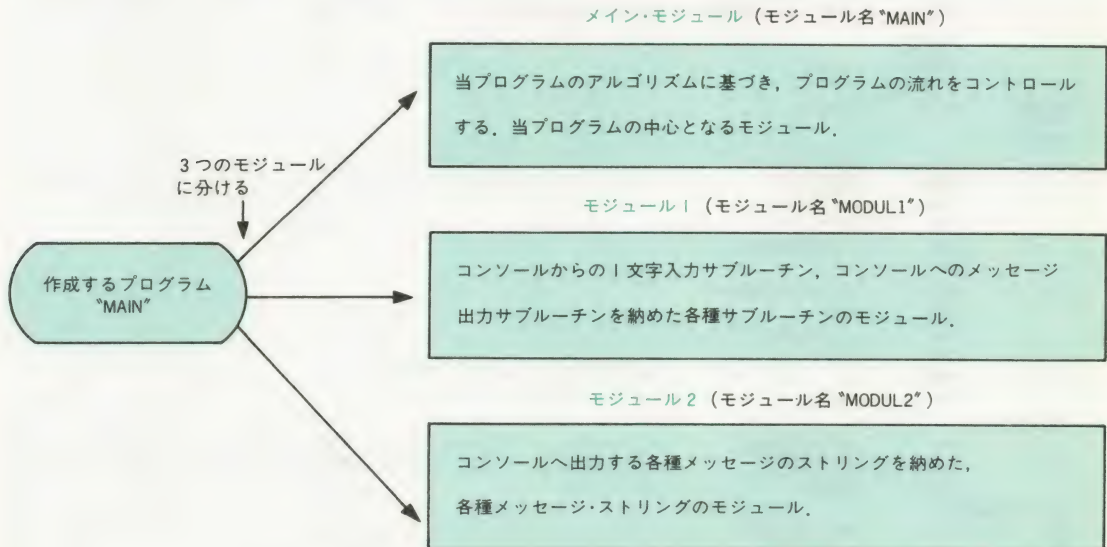



Figure-3.3.2　3つのモジュールに分けられた各モジュールの機能

ここでは，このように簡単にモジュールに分けることができましたが，実際の大きなシステムの開発となると，全体のアルゴリズムを考え，各モジュールに分け，それぞれの機能を特定する作業は，最も大変な作業となるでしょう．これができれば，もう開発は半ば完成したと言っても良いでしょう．後はただ，モジュール別の仕様に従って，それを満足するプログラムをひたすら組んで行けば良いのです．

各モジュール・レベルでの開発

さて，このプログラムのメイン・モジュールから順にプログラムを作って行きましょう．

メイン・モジュール

メイン・モジュールのソース・リストを次に示します．この場合，モジュール名を宣言する疑似命令の“NAME”を省略しましたので，モジュール名として，ファイル名が自動的に付けられます．

今回のプログラムは，Z80用にコーディングしてありますので，8080のマシン上でこの実習をする場合は，ソース・リストの一部を変更して下さい．

```
A>TYPE MAIN.MAC ……メイン・モジュール，“MAIN”のソース・ファイルをタイプアウトして示す．
;       ********************************************
;       **          MACRO-80 SAMPLE PROGRAM       **
;       ********************************************
;
        TITLE   '--- MACRO-80 SAMPLE PROGRAM ---'   アセンブルにより生成されるPRNファイル
                                                    のページ・ヘッダを登録．
        PUBLIC  BDOS ……シンボル“BDOS”を，他のモジュールでも使用可能シンボルとして宣言．
        EXT     KEYIN,MSGOUT                        | これら5つのシンボルは，他のモジュールで宣言されている
        EXT     MSGINP,MSGMNG,MSGAFT,MSGNIT         | シンボルであり，当モジュールで使用することを宣言する

        ASEG            これ以降のプログラムを，ロケーション・カウンタの起点を100Hとして，絶対番地でアセン
        ORG     100H  | ブルする．つまり，“ASEG”は，リロケータブルなオブジェクトは生成しない．

BDOS    EQU     0005H ……システム・コールのエントリ・ポイント．
MAIN:
        LD      DE,MSGINP   | コマンド入力を促すメッセージを表示する．メッセージのアドレスを示す“MSGINP”と，
        CALL    MSGOUT      | サブルーチンの“MSGOUT”のシンボルが，外部のモジュールのものであることに注目．
        CALL    KEYIN ……コンソール入力．サブルーチン“KEYIN”が，外部のモジュールのものであることに注目．
        CP      'M'           |
        JR      Z,MORNING     | 入力が“M”ならば“MORNIG”へジャンプ．
        CP      'A'           |
        JR      Z,AFTERNOON   | “A”ならば“AFTERNOON”へジャンプ．
        CP      'N'           |
        JR      Z,NIGHT       | “N”ならば“NIGHT”へジャンプ．
        CP      1AH           |
        RET     Z             | Ctrl-Zならばプログラムを終了して，CP/Mへ戻る．
        JR      MAIN ……いずれでもない場合は，もう一度“MAIN”へ戻る．
MORNING:
        LD      DE,MSGMNG     | シンボル“MSGMNG”で示されるメッセージの文字列を，サブルーチン“MSGOUT”により，
        CALL    MSGOUT        | コンソールに表示する．これらのシンボルが外部のモジュールのものであることに注目．
        JR      MAIN ……再び“MAIN”に戻り繰り返し．
AFTERNOON:
        LD      DE,MSGAFT     |
        CALL    MSGOUT        | 同上．シンボル“MSGAFT”のメッセージを表示する．
        JR      MAIN
```

Figure-3.3.3　メイン・モジュール〝MAIN〞のソース・リスト．

上記ソース・リストを基に，エディタを使ってソース・ファイルを作ります．ファイル名は〝MAIN．MAC〞としました．

MACRO-80でアセンブルするソース・ファイルのエクステンションは，必ず〝MAC〞でなければなりません．

ソース・ファイルが作成できたら，次はアセンブルを実行します．M80（MACRO-80のコマンド・ファイル名）を実行する際のコマンド・ラインにより，前述のMACやRMACと同じように，入力ファイルや出力ファイルの指定や，アセンブル時の各種のコントロールを行うことができますが，ここでは最も基本的な形式で実行します．

M80によるソース・ファイル〝MAIN．MAC〞のアセンブル例を次に示します．

Figure-3.3.4　M80によるソース・ファイル〝MAIN．MAC〞のアセンブルと，その結果の確認．

このように，ソース・ファイル〝MAIN．MAC〞から，リスト・ファイル〝MAIN．PRN〞と，リロケータブルのオブジェクト・ファイル〝MAIN．REL〞が生成されています．

次に，このPRNリスト・ファイルをプリンタにタイプアウトしてみましょう．プリント用紙の折り目を適当な位置にセットして，

A>TYPE　MAIN．PRN∧P ⏎

を実行することにより，プリンタにPRNリストを出力できます．

```
'--- MACRO-80 SAMPLE PROGRAM ---'       MACRO-80 3.4    01-Dec-80       PAGE    1

                              :         ************************************************
                              :         **              MACRO-80 SAMPLE PROGRAM       **
                              :         ************************************************
                              :
                                        TITLE   '--- MACRO-80 SAMPLE PROGRAM ---'
                                        PUBLIC  BDOS
                                        EXT     KEYIN,MSGOUT
                                        EXT     MSGINP,MSGMNG,MSGAFT,MSGNIT

0000'                                   ASEG
                                        ORG     100H

0005                          BDOS      EQU     0005H

0100                          MAIN:
0100    11 0000*                        LD      DE,MSGINP
0103    CD 0000*                        CALL    MSGOUT
0106    CD 0000*                        CALL    KEYIN
0109    FE 4D                           CP      'M'
010B    28 0D                           JR      Z,MORNING
010D    FE 41                           CP      'A'
010F    28 11                           JR      Z,AFTERNOON
0111    FE 4E                           CP      'N'
0113    28 15                           JR      Z,NIGHT
0115    FE 1A                           CP      1AH
0117    C8                              RET     Z
0118    18 E6                           JR      MAIN

011A                          MORNING:
011A    11 0000*                        LD      DE,MSGMNG
011D    CD 0000*                        CALL    MSGOUT
0120    18 DE                           JR      MAIN
0122                          AFTERNOON:
0122    11 0000*                        LD      DE,MSGAFT
0125    CD 0000*                        CALL    MSGOUT
0128    18 D6                           JR      MAIN
012A                          NIGHT:
012A    11 0000*                        LD      DE,MSGNIT
012D    CD 0000*                        CALL    MSGOUT
0130    18 CE                           JR      MAIN

                                        END
```

```
'--- MACRO-80 SAMPLE PROGRAM ---'       MACRO-80 3.4    01-Dec-80       PAGE    S

Macros:

Symbols:
AFTERN  0122    BDOS    0005I   KEYIN   0107*   MAIN    0100
MORNIN  011A    MSGAFT  0123*   MSGINP  0101*   MSGMNG  011B*
MSGNIT  012B*   MSGOUT  012E*   NIGHT   012A


No  Fatal error(s)
```

Figure-3.3.5　アセンブルにより生成されたPRNリスト・ファイルのプリンタへのタイプアウト.

このように，PRNリスト・ファイルは，1ページ50行のページ割り付けが行われ(疑似命令"PAGE"の指定により，任意の行数に設定することが可能)，ソース・ファイルで宣言した "TITLE" により，ページ・ヘッダ部にタイトル名とページNo.が表示されます．PRNリスト最後の "PAGE S" のページは，シンボル・テーブルがリストアウトされるページです．

モジュール1

メイン・モジュールの場合と同様に，ソース・リスト，アセンブラの実行，生成されたPRNファイルのタイプアウトを示します．実行方法などは，メイン・モジュールの場合と同様ですので省略します．

モジュール1のソース・ファイル（MODUL1．MAC）のリスト．

```
A>TYPE MODUL1.MAC↲

        PUBLIC  KEYIN,MSGOUT ……この2つのシンボルを，他のモジュールでも使用可能シンボルとして宣言．
        EXT     BDOS ……他のモジュールのシンボル"BDOS"を使用することを宣言．
KEYIN:
        LD      C,1     |
        CALL    BDOS    | コンソールからの1文字入力のサブルーチン．
        RET             |
```

```
MSGOUT:
        LD      C,9  |
        CALL    BDOS | メッセージ出力のサブルーチン.
        RET          |

        END
A>
```

Figure-3.3.6　モジュール1 (MODUL1. MAC) のソース・リスト.

ソース・ファイル〝MODUL1. MAC″のアセンブル実行.

```
A>M80 MODUL1,MODUL1=MODUL1/Z↓      MODUL1.MACをアセンブル．Z80用なので「Z」スイッチを付ける.

No  Fatal error(s)


A>DIR MODUL1.*↓ ……生成された各ファイルの確認.
A: MODUL1    PRN : MODUL1    MAC : MODUL1    REL
                          ソース・ファイル
A>
```

Figure-3.3.7　ソース・ファイル〝MODUL1. MAC″のアセンブルと，生成された各ファイルの確認.

```
MACRO-80 3.4    01-Dec-80       PAGE    1

                                PUBLIC  KEYIN,MSGOUT
                                EXT     BDOS

0000'                   KEYIN:
0000'   0E 01                   LD      C,1
0002'   CD 0000*                CALL    BDOS
0005'   C9                      RET

0006'                   MSGOUT:
0006'   0E 09                   LD      C,9
0008'   CD 0000*                CALL    BDOS
000B'   C9                      RET

                                END
```



```
MACRO-80 3.4    01-Dec-80       PAGE    S

Macros:

Symbols:
BDOS    0009*   KEYIN   0000I'  MSGOUT  0006I'


No  Fatal error(s)
```

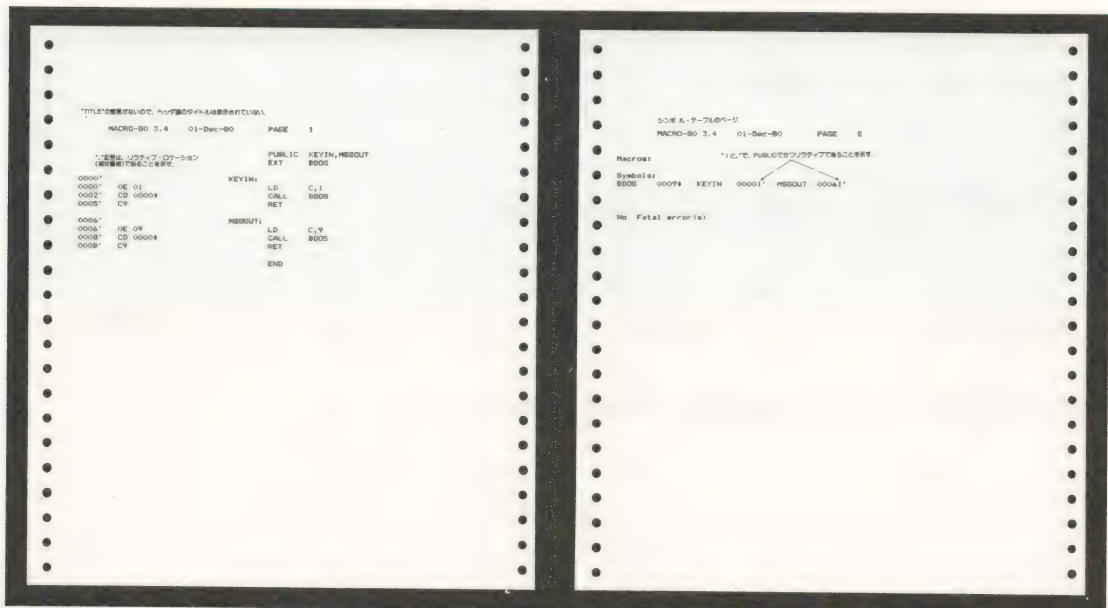



Figure-3.3.8　生成されたPRNファイル〝MODUL1. PRN″のタイプアウト.

モジュール2

モジュール2の場合も同様に，ソース・リスト，アセンブラの実行，生成されたPRNファイルのタイプアウトを示します．

モジュールのソース・ファイル（MODUL2．MAC）のリスト．

```
A>TYPE MODUL2.MAC↲

        PUBLIC  MSGINP,MSGMNG,MSGAFT,MSGNIT     4つのシンボルにPUBLICを宣言.

 CR       EQU   0DH
 LF       EQU   0AH

 MSGINP:  DB    CR,LF,'KEY INPUT  ( M / A / N )?  >$'
 MSGMNG:  DB    CR,LF,'HELLO  GOOD MORNING',CR,LF,'$'     各メッセージのストリング.
 MSGAFT:  DB    CR,LF,'HI !  GOOD AFTERNOON',CR,LF,'$'
 MSGNIT:  DB    CR,LF,'GOOD NIGHT  BYE-BYE',CR,LF,'$'

          END

A>
```

Figure-3.3.9　モジュール2（MODUL2．MAC）のソース・リスト．

ソース・ファイル〝MODUL2．MAC〞のアセンブル実行．

```
A>M80 MODUL2,MODUL2=MODUL2/Z ↲  ……MODOL2.MACをアセンブル.

No  Fatal error(s)


A>DIR MODUL2.*↲  ……生成された各ファイルの確認.
A: MODUL2   MAC : MODUL2   PRN : MODUL2   REL
   ソース・ファイル
A>
```

Figure-3.3.10　ソース・ファイル〝MODUL2．MAC〞のアセンブルと，生成された各ファイルの確認．

生成されたPRNファイル〝MODUL2．PRN〞のタイプアウト．

```
MACRO-80 3.4    01-Dec-80       PAGE    1

                                PUBLIC  MSGINP,MSGMNG,MSGAFT,MSGNIT

000D                    CR      EQU     0DH
000A                    LF      EQU     0AH

0000'   0D 0A 4B 45     MSGINP: DB      CR,LF,'KEY INPUT  ( M / A / N )?  >$'
0004'   59 20 49 4E
0008'   50 55 54 20
000C'   20 28 20 4D
0010'   20 2F 20 41
0014'   20 2F 20 4E
0018'   20 29 3F 20
001C'   20 3E 24
001F'   0D 0A 48 45     MSGMNG: DB      CR,LF,'HELLO  GOOD MORNING',CR,LF,'$'
0023'   4C 4C 4F 20
0027'   20 47 4F 4F
002B'   44 20 4D 4F
002F'   52 4E 49 4E
0033'   47 0D 0A 24
0037'   0D 0A 48 49     MSGAFT: DB      CR,LF,'HI !  GOOD AFTERNOON',CR,LF,'$'
003B'   20 21 20 20
003F'   47 4F 4F 44
0043'   20 41 46 54
0047'   45 52 4E 4F
004B'   4F 4E 0D 0A
004F'   24
0050'   0D 0A 47 4F     MSGNIT: DB      CR,LF,'GOOD NIGHT  BYE-BYE',CR,LF,'$'
0054'   4F 44 20 4E
0058'   49 47 48 54
005C'   20 20 42 59
0060'   45 2D 42 59
0064'   45 0D 0A 24

                                END
```



```
MACRO-80 3.4    01-Dec-80       PAGE    S

Macros:

Symbols:
CR      000D    LF      000A    MSGAFT  0037I'  MSGINP  0000I'
MSGMNG  001FI'  MSGNIT  0050I'

No  Fatal error(s)
```

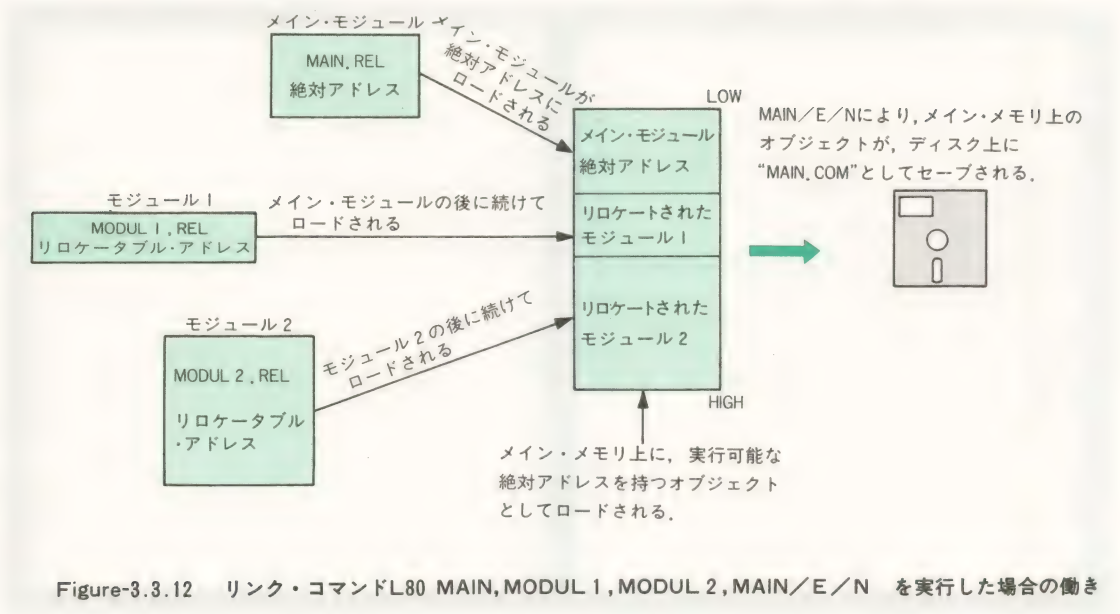
Figure-3.3.11　生成されたPRNファイルのタイプアウト．

さて，以上で「メイン・モジュール」，「モジュール１」，「モジュール２」のすべてのモジュールの開発が一応終わりました．本来ならば，モジュール単独でのデバッグを行う訳ですが，ここでは省略しています．次のステップは，いよいよ〝リンク〞です．

LINK-80によるオブジェクト・モジュールのリンク

リンク・ローダは，今までバラバラに開発を行ってきて，でき上った各モジュールのリロケータブル・オブジェクト・ファイル（例えば，MAIN．RELや，MODUL1．RELなど）を，任意の順序でつなぎ合わせ，実行可能な絶対アドレスを持った１本のオブジェクト・ファイル（COMファイル）に変換するものです．

今回の例では，次の図に示すようなことを行います．

Figure-3.3.12　リンク・コマンドL80 MAIN, MODUL 1, MODUL 2, MAIN／E／N　を実行した場合の働き

では，LINK-80（コマンド・ファイル名 "L80．COM"）を実行してみましょう．

L80も実行時のコマンド・ラインにオプションの "スイッチ" を付けることにより，ローディングに際し，各種の処理を行わせることができます．

今回のリンク実行時のコマンド・ラインの意味は，

1. L80を起動し，
2. ディスク上の "MAIN．REL" を実行可能なオブジェクト・コードとしてロードし，
3. それに続けて，"MODUL1．REL" と "MODUL2．REL" を同様にロードし，
4. メモリ上にロードし終わった，実行可能なオブジェクトを "MAIN．COM" というファイル名でディスク上にセーブし，
5. セーブが終了した後，CP／Mに戻る．

という内容を，L80に指示しています．

その実行例を次に示します．

Figure-3.3.13　L80によるリンク・ローダの実行例.

この場合，メイン・モジュールは，"ASEG" と "ORG 100H" により，先頭のロケーションは100Hに指定されており，L80のコマンドで特に指定しなくても，"MAIN．REL"は自動的に100Hからロードされます.

他のモジュールは，"CSEG" 指定（ソース・ファイルに，ASEG，CSEG，DSEGなどの指定を省略した場合は，自動的にCSEG指定となる）なので，リロケータブルであり，それぞれ前モジュールの最後のアドレスに続いてロードされます.

次に，生成されたCOMファイルをDIRで確認してみましょう.

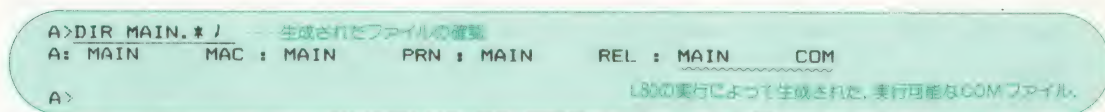



Figure-3.3.14　L80により生成されたCOMファイルの確認.

このように，３つのモジュールの "REL" オブジェクト・ファイルから，実行可能な１本の "COM" ファイルが生成されていることが確認されます.

リンクされたプログラムの実行

リンクが終わると，次はプログラム全体をテストランさせて，総合的なデバッグに入ります．バグがあれば，該当モジュールの修正→再リンクを繰り返し行います.

当プログラムは単純なので，デバッグの必要もない程ですが，一応，実動テストをしてみましょう.

当プログラム "MAIN．COM" の実行例を次に示します.

```
A>MAIN↲ ……リンクして完成されたプログラムの実行.

KEY INPUT  ( M / A / N )?  >M
HELLO  GOOD MORNING

KEY INPUT  ( M / A / N )?  >A
HI !  GOOD AFTERNOON

KEY INPUT  ( M / A / N )?  >N
GOOD NIGHT  BYE-BYE

KEY INPUT  ( M / A / N )?  >^Z ……Ctrl-Zのキーインにより，プログラムを
                                   終了してCP/Mに戻る.
A>
```

Figure-3.3.15. 完成したプログラムの実行.

このように，プログラムは完動し，今回の開発はめでたく終了ということになりました.

リンク・ローダのその他の解説

L80の実行は，Figure-3.3.13に示されている例のほか，次のように，モジュールを1つ1つ入力していってもリンクすることができます．モジュールがリンクされるたびに，最終アドレスやオブジェクト・サイズを表す値が増加していくので，リンクの動作を実感することができますので，試みて下さい．その実行例を次に示します.

```
A>L80↲ ……L80を起動.

Link-80  3.43  14-Apr-81  Copyright (c) 1981 Microsoft

*MAIN↲ ……メイン・モジュールを入力.
Data    0100    0133    <    51>

-KEYIN  0107    -MSGAFT 0123    -MSGINP 0101
-MSGMNG 011B    -MSGNIT 012B    -MSGOUT 012E
    6 Undefined Global(s)
32712 Bytes Free


*MODUL1↲ ……モジュール1を入力.
Data    0100    013F    <    63>

-MSGAFT 0123    -MSGINP 0101    -MSGMNG 011B
-MSGNIT 012B
    4 Undefined Global(s)
32700 Bytes Free


*MODUL2↲ ……モジュール2を入力.
Data    0100    01A7    <   167>

32596 Bytes Free
```

```
*MAIN/E/N ↲ ……メモリ上にリンクされた，今までのモジュールのオブジェクトを"MAIN.COM"というファイル名でディ
                スクにセーブし，CP/Mに戻る．
Data     0100     01A7     <   167>

32596 Bytes Free
[0000    01A7            1]

A>
```

Figure-3.3.16　L80による別の方法でのリンク．

この方法でリンク・ローダを実行しても，前回と全く同様な"COM"ファイルが生成され，プログラムは完動します．

Figure-3.3.13や，上記のL80の実行により生成された実行可能なオブジェクト・ファイルを，DDTを使ってダンプして次に示します．

```
A>DDT MAIN.COM ↲ ……DDTを起動して，"MAIN.COM"をロードする．
DDT VERS 2.2
NEXT  PC      L80が挿入したスペー
0200 0100     ス・コード．
                     メイン・モジュール．           モジュール1．
-D100
0100 11 3F 01 CD 39 01 CD 33 01 FE 4D 28 0D FE 41 28 .?..9..3..M(..A(
0110 11 FE 4E 28 15 FE 1A C8 18 E6 11 5E 01 CD 39 01 ..N(.......^..9.
0120 18 DE 11 76 01 CD 39 01 18 D6 11 8F 01 CD 39 01 ...v..9.......9.
0130 18 CE 20 0E 01 CD 05 00 C9 0E 09 CD 05 00 C9 0D .. .............
0140 0A 4B 45 59 20 49 4E 50 55 54 20 20 28 20 4D 20 .KEY INPUT  ( M
0150 2F 20 41 20 2F 20 4E 20 29 3F 20 20 3E 24 0D 0A / A / N )?  >$..
0160 48 45 4C 4C 4F 20 20 47 4F 4F 44 20 4D 4F 52 4E HELLO  GOOD MORN
0170 49 4E 47 0D 0A 24 0D 0A 48 49 20 21 20 20 47 4F ING..$..HI !  GO
0180 4F 44 20 41 46 54 45 52 4E 4F 4F 4E 0D 0A 24 0D OD AFTERNOON..$.
0190 0A 47 4F 4F 44 20 4E 49 47 48 54 20 20 42 59 45 .GOOD NIGHT  BYE
01A0 2D 42 59 45 0D 0A 24 01 18 D6 11 8F 01 CD 39 01 -BYE..$.......9.
01B0 18 CE 20 0E 01 CD 05 00 C9 0E 09 CD 05 00 C9 0D .. .............
-^C                          └─モジュール2．
A>
```

Figure-3.3.17　完成した実行可能オブジェクト・ファイルのダンプ．

3つのモジュールが，上記のように配置されていることが分かります．

次に，今までは，アドレス100Hをスタート・アドレスとしてリンクを行ってきましたが，任意のアドレスをスタート・アドレスとしてロードするにはどうすれば良いでしょう．その実例を示します．

まず，メイン・モジュールのソース・ファイルに書かれている，"ASEG"と"ORG 100H"のスタート・アドレスを絶対番地の100Hに固定する2つの疑似命令を，Figure-3.3.3のソース・リスト"MAIN．MAC"から削除し，ファイル名を変えて"MAINXADR．MAC"としておきます．その後，Figure-3.3.4と同様にアセンブルして，"MAINXADR．REL"を生成しておきます．その時に生成されたPRN

ファイルをタイプアウトして，その１ページ目を次に示します．Figure-3.3.5のPRNリストと比較して下さい．

```
'--- MACRO-80 SAMPLE PROGRAM ---'        MACRO-80 3.4    01-Dec-80       PAGE    1

                                ;       ************************************************
                                ;       **              MACRO-80 SAMPLE PROGRAM       **
                                ;       ************************************************
                                ;
                                        TITLE   '--- MACRO-80 SAMPLE PROGRAM ---'
                                        PUBLIC  BDOS
                                        EXT     KEYIN,MSGOUT
                                        EXT     MSGINP,MSGMNG,MSGAFT,MSGNIT

 0005                           BDOS    EQU     0005H

 0000'                          MAIN:
 0000'   11 0000*                       LD      DE,MSGINP
 0003'   CD 0000*                       CALL    MSGOUT
 0006'   CD 0000*                       CALL    KEYIN
 0009'   FE 4D                          CP      'M'
 000B'   28 0D                          JR      Z,MORNING
 000D'   FE 41                          CP      'A'
 000F'   28 11                          JR      Z,AFTERNOON
 0011'   FE 4E                          CP      'N'
 0013'   28 15                          JR      Z,NIGHT
 0015'   FE 1A                          CP      1AH
 0017'   C8                             RET     Z
 0018'   18 E6                          JR      MAIN

 001A'                          MORNING:
 001A'   11 0000*                       LD      DE,MSGMNG
 001D'   CD 0000*                       CALL    MSGOUT
 0020'   18 DE                          JR      MAIN
 0022'                          AFTERNOON:
 0022'   11 0000*                       LD      DE,MSGAFT
 0025'   CD 0000*                       CALL    MSGOUT
 0028'   18 D6                          JR      MAIN
 002A'                          NIGHT:
 002A'   11 0000*                       LD      DE,MSGNIT
 002D'   CD 0000*                       CALL    MSGOUT
 0030'   18 CE                          JR      MAIN

                                        END
```

Figure-3.3.18　"ASEG"，"ORG"を削除したメイン・モジュールのPRNリスト．

さて，任意のアドレスへリロケートする準備ができたので，プログラムのスタート・アドレス（メイン・モジュールの先頭アドレス）を4000Hとして，L80を実行してみましょう．その実行例を次に示します．

```
A>L80 ↵

Link-80  3.43  14-Apr-81  Copyright (c) 1981 Microsoft

*/P:4000,MAINXADR,MODUL1,MODUL2/E ↵

Data    4000    40A6    <  166>

32597 Bytes Free
[0000   40A6        64]

A>
```

Figure-3.3.19　プログラムのスタート・アドレスを4000HとしてL80を実行．

上記コマンドのスイッチ"／P：4000"により，最初のモジュールの先頭は4000Hにロードされたはずです．

DDTで全体のロード状態を確認してみましょう．その実行例を次に示します．

```
A>DDT↲          DDTを起動．

DDT VERS 2.2                          メイン・モジュール      モジュール1
-D4000↲         4000Hからダンプ．
4000 11 3E 40 CD 38 40 CD 32 40 FE 4D 28 0D FE 41 28 .>@.8@.2@.M(..A(
4010 11 FE 4E 28 15 FE 1A C8 18 E6 11 5D 40 CD 38 40 ..N(.......]@.8@
4020 18 DE 11 75 40 CD 38 40 18 D6 11 8E 40 CD 38 40 ...u@.8@....@.8@
4030 18 CE 0E 01 CD 05 00 C9 0E 09 CD 05 00 C9 0D 0A ................
4040 4B 45 59 20 49 4E 50 55 54 20 20 28 20 4D 20 2F KEY INPUT  ( M /
4050 20 41 20 2F 20 4E 20 29 3F 20 20 3E 24 0D 0A 48  A / N )?  >$..H
4060 45 4C 4C 4F 20 20 47 4F 4F 44 20 4D 4F 52 4E 49 ELLO  GOOD MORNI
4070 4E 47 0D 0A 24 0D 0A 48 49 20 21 20 20 47 4F 4F NG..$..HI !  GOO
4080 44 20 41 46 54 45 52 4E 4F 4F 4E 0D 0A 24 0D 0A D AFTERNOON..$..
4090 47 4F 4F 44 20 4E 49 47 48 54 20 20 42 59 45 2D GOOD NIGHT  BYE-
40A0 42 59 45 0D 0A 24 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 BYE..$..........
40B0 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 ................
-^C
A>                    モジュール2
```

4000Hからロードされている．

Figure-3.3.20　DDTでアドレス4000Hからのロード状態を確認する．

このように，リンクは先頭を4000Hとして行われていることが確認できます．もちろん，このプログラムは4000Hスタートで実行することができます．上記DDTを終わる前にコマンド〝G4000↲〞により，Figure-3.3.15と同様に，当〝MAIN〞プログラムを実行することができます．試みて下さい．

3.4 高級言語コンパイラとマシン語とのリンク

本書の5章でも，その何種類かを取り上げていますが，コンパイラ型の高級言語の多くは，マイクロソフト社フォーマットのリロケータブル・オブジェクト・ファイルを出力します．

よって，メインプログラムを記述性・保守性のよいコンパイラで作成し，高速を要求されるものや，アセンブラでなければ記述が困難な部分をアセンブラで作成して，両者をリンク・ローダでリンクして，1本のプログラムとすることができます（コンパイラ側がメインプログラムでなければならない訳ではありません）．

また，コンパイラとアセンブラのリンクに限らず，例えば，COBOLからのリロケータブル・オブジェクトと，PL／Iからのリロケータブル・オブジェクトなど，コンパイラとコンパイラとをリンクすることも可能です．

実例として，BASICコンパイラ（マイクロソフト社のBASIC COMPILER〝BASCOM〞）とアセンブラとのリンクを示します．高級言語とマシン語とのリンクと言っても，一般のパーソナル・コンピュータで使われているBASICインタプリータからCALLやUSERなどでマシン語を呼ぶことは，基本的に異なり，ここで解説しているのは高級言語で作られたマシン・コードと，アセンブラで作られた

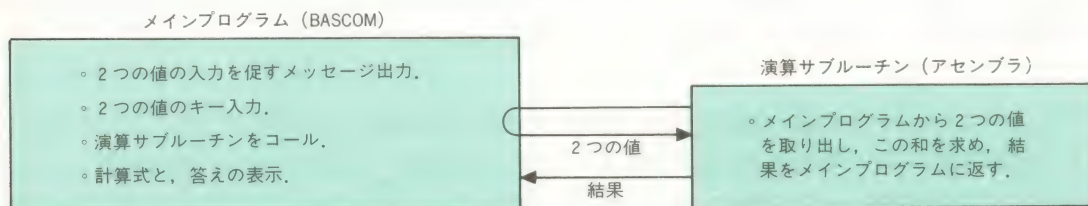
マシン・コードを，マシン・コード同志リンクして，１本のプログラムにすることですので，誤解しないようにして下さい．

例題とするプログラムは，一般的な形態を取って，メインプログラムをBASCOMで書き，高速性を必要とする演算部をアセンブラで書くことにします．

プログラムの内容は，主題が見失なわれないようにごく簡単なもので，

> プログラムを起動すると，２つの値をキーインするように，メッセージが表示され，２つの値（例えばxxxとyyy）を入力すると，「xxx＋yyy＝zzz」のように，２つの合計の計算式とその答えが表示される．

というものです．

これを，メインプログラムと，サブプログラムに次のように機能を分担します．

3.4.1 BASCOMによるメインプログラムの作成

メインプログラムのBASCOMのソース・リストを次に示します．このソース・ファイル"HIGHLANG．BAS"を，CP／Mのエディタ，あるいはMBASICを持っている方はMBASIC上で作成します．

内容は単純なので特に解説の必要はないでしょう．プログラムを簡単にするため，数値を２バイトの整数として取り扱うので，"DEFINT"宣言をしています．

BASICインタプリタでは，"CALL"ステートメントのアドレス値が宣言されていなければなりませんが，BASCOMでは，宣言されていない場合は自動的に"EXT"シンボルとして処理されます（3．2および3．3章参照）．

```
A>TYPE HIGHLANG.BAS↲     BASCOMによるメインプログラムのソース・ファイルのタイプアウト．

1000 '**********************************************
1010 '**     MAIN ROUTINE BY HIGH LEVEL LANGUAGE   **
1020 '**********************************************
1030 '
1040 DEFINT A-Z        数値が2バイトで表される，プログラムを簡単にするため．
1050 '
1060 RESULT=0        演算結果を格納するアドレスを知るためのダミー．
```

```
1070            PRINT: PRINT "INPUT PARAMETER 1 AND 2, ( parm1,parm2 ) >";
1080              INPUT PARAMETER1,PARAMETER2
1090 '                        HLレジスタに.  DEレジスタに.  BCレジスタに.
1100                CALL MCNCAL(PARAMETER1,PARAMETER2,RESULT)
1110 '
1120              PRINT: PRINT PARAMETER1;" + ";PARAMETER2;" = ";RESULT
1130            GOTO 1060
1140 END                   自動的にシンボル"MCNCAL"として"EXT"処理される.

A>
```

Figure-3.4.1　BASCOMによるメインプログラムのソース・リスト．ファイル名のエクステンションは"BAS"であること．

次にこれをコンパイルします．

BASCOMは，バージョン5.30からランタイム・ライブラリの使い方が変更され，通常のコンパイルでは，ランタイム・ライブラリの一部は，生成される"REL"オブジェクトに組み込まれずに，外部ライブラリとして，プログラムの実行時に使われることになりました．ただし，プログラムをROM化する場合や，完全に1本のプログラムとする場合は，ランタイム・ライブラリを全部オブジェクトに組み込む必要があり，そのスイッチが実行例に示す"／O"なのです（このバージョンから，カナも使えるようになりました）．

BASCOMの実行例を次に示します．

```
A>BASCOM HIGHLANG,HIGHLANG=HIGHLANG/O ↲    コンパイルの実行("/O"スイッチ本文参照).

00000 Fatal Error(s)
10586 Bytes Free
 コンパイル終了.

A>DIR HIGHLANG.* ↲ ……コンパイルにより生成された各ファイルの確認.
A: HIGHLANG BAS : HIGHLANG PRN : HIGHLANG REL
A>  ソース・ファイル      PRNファイル   リロケータブル・オブジェクト・
                                                ファイル
```

Figure-3.4.2　BASCOMによるコンパイル実行例と生成された各ファイルの確認．

以上でメインプログラムのリロケータブル・オブジェクトファイルができました．参考までに，生成されたPRNファイルをタイプアウトして示します．BASIC言語のソースが，アセンブラのソース・レベルに展開されている（落ちている）ことが分かります．

```
A>TYPE HIGHLANG.PRN↲ ·····PRNファイルのタイプアウト.

BASCOM 5.30 - Copyright 1979,80,81 (C) by MICROSOFT - 10962 Bytes Free

 0014 0007      1000 '**********************************************
 0014 0007      1010 '**     MAIN ROUTINE BY HIGH LEVEL LANGUAGE    **
 0014 0007      1020 '**********************************************
 0014 0007      1030 '
 0014 0007      1040 DEFINT A-Z
 0014 0007      1050 '
 0014 0007      1060 RESULT=0
        ** 0014'I00000: CALL     $530
        ** 0017'L01000: L01010: L01020: L01030: L01040: L01050: L01060:
        ** 0017'        LXI      H,0000
        ** 001A'        SHLD     RESULT%
 001D 0009      1070              PRINT: PRINT "INPUT PARAMETER 1 AND 2, ( parm1,parm2 ) >";
        ** 001D'L01070: CALL     $PR0A
        ** 0020'        LXI      H,<const>
        ** 0023'        CALL     $PV2D
                 .
                 .  このようにアセンブラのソース・レベルに変換されている.
                 .
                 .
```

Figure-3.4.3　コンパイルにより生成されたPRNファイルのタイプアウト.

3.4.2 アセンブラによる演算ルーチンの作成

BASCOMの"CALL"ステートメントにより，それぞれの変数のアドレスが，PARAMETER1は(HL)，PARAMETER2は(DE)，RESULTは(BC)の各レジスタにより与えられます．よって当演算ルーチンは，それらの値を取り出してその和を求め，RESULTのアドレスへ答えを格納すれば良いのです．極めて簡単な"DAD"を使った16ビットの和を求める演算ルーチンのソース・リスト(アセンブルにより生成されたPRNファイル)を次に示します．これを基に，ソース・ファイル"MACHINE.MAC"をエディタで作成して下さい．

```
アセンブラによる演算サブルーチンのアセンブルにより生成された，PRNソース・リスト.
     MACRO-80 3.4     01-Dec-80          PAGE     1

                          ;**************************************
                          ;**        MACHINE SUB ROUTINE       **
                          ;**************************************

 アセンブル後のオブジェクトは，すべ
 てリロケータブルであることを示す.
                                    PUBLIC   MCNCAL ·····シンボル"MCNCAL"を
                                                              PUBLIC宣言.
0000'                     MCNCAL:
0000'    C5                         PUSH     B
0001'    4E                         MOV      C,M   PARAMETER1の値をB,
0002'    23                         INX      H     Cレジスタにロード.
0003'    46                         MOV      B,M
0004'    EB                         XCHG
0005'    5E                         MOV      E,M   PARAMETER2の値をD,
0006'    23                         INX      H     Eレジスタにロード.
0007'    56                         MOV      D,M
0008'    EB                         XCHG           PARAMETER1+PARAMETER2
0009'    09                         DAD      B     の値をH，Lレジスタにロード.
000A'    C1                         POP      B
000B'    7D                         MOV      A,L
000C'    02                         STAX     B     答であるH，Lレジスタの値を，
000D'    03                         INX      B     "RESULT"のアドレスへストア.
000E'    7C                         MOV      A,H
000F'    02                         STAX     B
0010'    C9                         RET

                                    END   演算サブルーチン終り，リターン.
```

```
          MACRO-80 3.4     01-Dec-80          PAGE     S

Macros:

Symbols:
MCNCAL   0000I'

No  Fatal error(s)
```

Figure-3.4.4　アセンブラによる演算ルーチンのソース・リスト(アセンブルにより生成されたPRNファイル).

ソース・ファイル "MACHINE．MAC" を，M80あるいはRMACでアセンブルします（実行例は省略，３．２，３．３章参照）．

アセンブルにより，演算ルーチンのオブジェクト・ファイル "MACHINE．REL" が生成されたら，いよいよメインプログラムとのリンクを行います．

3.4.3 メインプログラムと演算ルーチンとのリンク

L80により，両方のオブジェクトをリンクします．その実行例を次に示します．

```
            この2つをリンクして，      この名前の"COM"ファイルを生成して，CP/Mへ戻る．
A>L80 HIGHLANG,MACHINE,LINKPROG/E/N↲

Link-80  3.43  14-Apr-81  Copyright (c) 1981 Microsoft

Data    0103    281B    <10008>

19227 Bytes Free
[011A   281B       40]

A> リンク終了．
```

Figure-3.4.5　　メインプログラムと演算ルーチンとのリンク．

２つの"REL"ファイル，"HIGHLANG"と"MACHINE"をリンクして，１本の実行可能な"COM"ファイル "LINKPROG．COM" が生成されたはずです．STATコマンドで確認してみましょう．

```
A>STAT LINKPROG.*↲     L80により生成された"COM"ファイルの確認．

 RECS  BYTES  EXT ACC
   79    10K    1 R/W A:LINKPROG.COM   簡単なプログラムであるが，10Kバイトにもなっている．
BYTES REMAINING ON A: 42K

A>
```

Figure-3.4.6　　リンクにより生成された実行可能ファイルの確認．

このように，10Kバイトの "LIKPROG．COM" が生成されています．小さなプログラムであるのに，10Kバイトと，オブジェクト効率が良くないのは，コンパイル時にスイッチ "／O" を付けて，すべてのランタイム・ライブラリを取り込んだためであり，このランタイム・ライブラリを別ファイルのままにしておけば，オブジェクトはもっと小さくなります（バージョン5.30以上の場合）．

ではでき上ったプログラムを実行してみましょう．実行例を次に示します．

```
A>LINKPROG ↲      完成したプログラムの実行.

INPUT PARAMETER 1 AND 2, ( parm1,parm2 ) >? 250,750 ↲

 250   +   750   =   1000

INPUT PARAMETER 1 AND 2, ( parm1,parm2 ) >? 8080,6809 ↲

 8080   +   6809   =   14889

INPUT PARAMETER 1 AND 2, ( parm1,parm2 ) >? 8086,-86 ↲      マイナスの値の例.

 8086   + -86   =   8000

INPUT PARAMETER 1 AND 2, ( parm1,parm2 ) >? ^C    Ctrl-Cの入力でCP/Mへ戻る.

STOP at address 0150    BASCOMシステムからの出力.

A>
```

Figure-3.4.7　　でき上ったプログラムの実行.

このように合計が求められています.

注）演算は16ビットの整数で取り扱われますので，－32767～＋32767の範囲の数でなければなりません.

ここでの例題は非常に単純なものですが，この手法の応用は，複雑で時間のかかる計算や，高速性を必要とする機器の制御などのソフトウェアの開発に威力を発揮するでしょう.

4章　他の8bit CPUおよび
16bit CPUのソフト開発

8bitのCP/Mマシン上で，8080，8085，Z80，6502，6800，6809などの8bit CPU，および8086，8088，Z8000などの16bit CPUのアセンブリ言語をアセンブルすることができます．これらは〝クロス・アセンブラ〟と呼ばれており，1台のCP/Mマシンで，多くの異なったCPUのソフト開発が可能となる便利なものです．クロス・アセンブラであっても，その機能は自分自身のCPU上で使用するアセンブラのどれをも上回る製品もあり，正にCP/Mならではの現象と言えます．

一方，8bitのCPUのアセンブリ言語のプログラムを，そのまま16bit CPUのアセンブリ言語のプログラムに，自動的に書き変えてしまう〝トランスレータ〟と呼ばれるソフトがあります．

この種のソフトは現時点では，8080ソース・コードを8086ソース・コードにトランスレートするものと，Z80ソース・コードを8086ソース・コードにトランスレートするものが発売されていますが，その他のCPUのものも近々には出現するのではないかと思います．

本章では，このような開発用ソフトの中から，6809アセンブラと8080→8086トランスレータを取り上げ，その使用例を紹介します．

4.1 ACT69の使用例

ソーシム社のクロス・アセンブラ，〝ACT〟シリーズには，現時点で，

ACT80　(インテル8080，8085，Z80)
ACT65　(モステック6502)
ACT68　(モトローラ6800)
ACT86　(インテル8086，8088)
ACT69　(モトローラ6809)

がそろっています．これらは，どれもほぼ同様なアセンブル機能を持っており，基本的な機能は3章で紹介した〝MAC〟や〝MACRO-80〟と大体同じマクロ・アセンブラですが，ACT独自のユニークな機能もいくつか追加されています．

では，ACT69の実行例を示しましょう．

ソース・ファイルは，ACT69のディスケットに含まれるテスト用のソース・ファイルを使用します．このソース・ファイルは，6809のすべてのオペレーション・コードとレジスタの組み合わせが，アセンブリ・ソース・プログラムとして書かれているものです．

このプログラムの冒頭には，〝LINK〟疑似命令でディスク上の別のファイル〝ADRM6809．A69〟をリンクするように記述されており，このリンクの様子も見ることができます．

ソース・ファイル〝SMPL6809．A69〟(ソース・ファイルのエクステンションは，〝A69〟でなければならない)をタイプアウトして次に示します．

```
A>TYPE SMPL6809.A69      ……6809のソース・ファイルのタイプアウト.
                           ファイル名のエクステンションは"A69"でなければならない.

        TITLE   'Smpl6809 - MC6809 Opcode Listing.
;       Smpl6809  6809 Opcode Listing.
;
;       Since there are so many addressing mode combinations,
;       the first part of this list only has enough instructions
;       to generate every possible first byte.
;
;       The file ADRM6809.A69 has one of each address mode.

nn:     equ     5
mmmm:   equ     $FFEE

        Link    AdrM6809          ;all addressing modes……ファイル"ADRM6809. A69"
                                                         を呼び出し,当プログラムの
                                                         最後にリンクする.
        ORG     $100

        ABX                       ;3A

        ADCA    #nn               ;89 05
        ADCA    nn                ;99 05
        ADCA    nn,X              ;A9 05
        ADCA    mmmm              ;B9 mmmm

        ADCB    #nn               ;C9 05
        ADCB    nn                ;D9 05
        ADCB    B,X               ;E9 85
        ADCB    mmmm              ;F9 mmmm

        ADDA    #nn               ;8B 05
        ADDA    nn                ;9B 05
        ADDA    [B,X]             ;AB 95
        ADDA    mmmm              ;BB FFEE
                .
                .
        ORB     #nn               ;CA
        ORB     nn
        ORB     0,-Y
        ORB     mmmm

        ORCC    nn                ;1A

        PSHS    PC,U,Y,X,DP,B,A,CC
        PSHU    PC,S,Y,X,DP,B,A,CC
        PULS    PC,U,Y,X,DP,B,A,CC
        PULU    PC,S,Y,X,DP,B,A,CC

        ROL     nn                ;09 05
        ROL     ,X+               ;69 80
        ROL     mmmm              ;79 FFEE
        ROLA                      ;49
        ROLB                      ;59
                .
                .
        TST     nn                ;0D
        TST     0,-Y
        TST     mmmm
        TSTA
```

```
        TSTB

;       Endx     DocOp69.asm

A>
```

Figure-4.1.1　6809のすべてのオペレーション・コードが含まれるテスト用ソース・ファイルのタイプアウト.

次に，プログラム中の疑似命令〝LINK〟で呼び出されるディスク上のもう1つのソース・ファイル〝ADRM6809．A69〟をタイプアウトして示します．これは，6809のすべてのアドレッシング・モードが記述されたテスト用のソース・ファイルです．

```
A>TYPE ADRM6809.A69/ ……ディスク上のリンクされるもう1つのソース・ファイルのタイプアウト.

        TITLE    'All 6809 Addressing Modes.'
;       Example of all 6809 Addressing Modes.

n5:     EQU      14
n8:     EQU      127
mm16:   EQU      OFEDCh

;       Accumulator Offset.

        LDD      A,X
        LDD      A,Y
        LDD      A,S
        LDD      A,U
        LDD      B,X
        LDD      B,Y
        LDD      B,S
        LDD      B,U
        LDA      D,X
        LDA      D,Y
        LDA      D,S
        LDA      D,U

        LDD      [A,X]
        LDD      [A,Y]
        LDD      [A,S]
                 .
                 .
        LDD      [n8,S]
        LDD      [n8,U]
        LDD      [n8,PC]
        LDD      [mm16,X]
        LDD      [mm16,Y]
        LDD      [mm16,S]
        LDD      [mm16,U]
        LDD      [mm16,PC]

        END
A>
```

Figure-4.1.2　プログラム中の疑似命令〝LINK〟で呼び出されるもう1つのソース・ファイルのタイプアウト.

ではACT69を起動して，アセンブラを実行してみましょう．その実行例を次に示します．

PRNファイルはドライブA：上に（HEXファイルは指定していないのでログイン・ディスク上に）．
ソース・ファイル名　リファレンス・マップはフル表示を行う．

```
A>ACT69 SMPL6809  L=A:  R=F ↲
```
…ACT69によるアセンブル例．

```
SORCIM 6809 Assembler ver  3.5F
  Pass 1 - Reading A:SMPL6809.A69
  Pass 1 - Reading A:ADRM6809.A69
  Pass 2 - Reading A:SMPL6809.A69
  Pass 2 - Reading A:ADRM6809.A69
 no ERRORs,    7 Labels, 6504h bytes not used.   Program LWA = 0548h.

A>
```
アセンブル終了．

Figure-4.1.3　ACT69によるアセンブラの実行．

このように，それぞれのパスで読み込まれるソース・ファイル名が表示されて行き，アセンブルが終了しました．

生成されたファイルをDIRで確認してみましょう．

```
A>DIR SMPL6809.*↲

A: SMPL6809 A69 : SMPL6809 H69 : SMPL6809 PRN
A>
```
…アセンブルにより生成された各ファイルの確認．
ソース・ファイル　HEXファイル　PRNファイル

Figure-4.1.4　アセンブルにより生成されたファイルの確認．

この中で〝H69〟というエクステンションのファイルが，インテルHEX形式のファイルです．

次に，アセンブルの内容を見るために，PRNファイルをタイプアウトして，その中の数ページを示します．各ページには，ページ・ヘッダが付き1ページのライン数はデフォールトで61ラインとなっています．

以上紹介したのはACT19の，ごく基本的な実行例にすぎないことをお断りしておきます．

```
                                                          日・時が表示される.
                       SORCIM 6809 Assembler ver  3.5F  07/17/82 14:20  Page   1
Smpl6809 - MC6809 Opcode Listing.                                A:SMPL6809.A69
     タイトル                                                    ソース・ファイル名
                              ;       Smpl6809  6809 Opcode Listing.
                              ;
                              ;       Since there are so many addressing mode combinations,
                              ;       the first part of this list only has enough instructions
                              ;       to generate every possible first byte.
                              ;
                              ;       The file ADRM6809.A69 has one of each address mode.

        = 0005                nn:     equ     5
        = FFEE                mmmm:   equ     $FFEE

                                      Link    AdrM6809          ;all addressing modes

0000    = 0100                        ORG     $100

0100    3A                            ABX                       ;3A

0101    B905                          ADCA    @nn               ;B9 05
0103    9905                          ADCA    nn                ;99 05
0105    A905                          ADCA    nn,X              ;A9 05
0107    B9FFEE                        ADCA    mmmm              ;B9 mmmm

010A    C905                          ADCB    @nn               ;C9 05
010C    D905                          ADCB    nn                ;D9 05
010E    E985                          ADCB    B,X               ;E9 85
0110    F9FFEE                        ADCB    mmmm              ;F9 mmmm

0113    8B05                          ADDA    @nn               ;8B 05
0115    9B05                          ADDA    nn                ;9B 05
0117    AB95                          ADDA    [B,X]             ;AB 95
0119    BBFFEE                        ADDA    mmmm              ;BB FFEE

011C    CB05                          ADDB    @nn               ;CB 05
011E    DB05                          ADDB    nn                ;DB 05
0120    EBEB                          ADDB    D,S               ;EB EB
0122    FBFFEE                        ADDB    mmmm              ;FB FFEE

0125    C3FFEE                        ADDD    @mmmm             ;C3
0128    D305                          ADDD    nn                ;D3 05
012A    E3A2                          ADDD    0,-Y              ;E3 A2
012C    E39805                        ADDD    [nn,X]            ;E3 98 05
012F    F3FFEE                        ADDD    mmmm              ;F3 FFEE

0132    8405                          ANDA    @nn               ;84 05
0134    9405                          ANDA    nn
0136    A488EE                        ANDA    mmmm,X
0139    B4FFEE                        ANDA    mmmm

013C    C405                          ANDB    @nn               ;C4
013E    D405                          ANDB    nn
0140    E498EE                        ANDB    [mmmm,X]
0143    F4FFEE                        ANDB    mmmm

0146    1C05                          ANDCC   @nn               ;1C 05

0148    0805                          ASL     nn                ;08
014A    68A2                          ASL     0,-Y              ;68
014C    68A0                          ASL     ,Y+
014E    78FFEE                        ASL     mmmm              ;78
0151    48                            ASLA                      ;48
```

```
                       SORCIM 6809 Assembler ver  3.5F  07/17/82 14:20  Page   6
Smpl6809 - MC6809 Opcode Listing.                                A:SMPL6809.A69

035B    0405                          LSR     nn                ;04
035D    64C2                          LSR     ,-U
035F    74FFEE                        LSR     mmmm
0362    44                            LSRA
0363    54                            LSRB

0364    3D                            MUL                       ;3D

0365    0005                          NEG     nn                ;00
0367    60E2                          NEG     -S
0369    70FFEE                        NEG     mmmm
036C    40                            NEGA
036D    50                            NEGB

036E    12                            NOP                       ;12

036F    8A05                          ORA     @nn               ;8A
0371    9A05                          ORA     nn
0373    AA82                          ORA     0,-X
0375    BAFFEE                        ORA     mmmm

0378    CA05                          ORB     @nn               ;CA
037A    DA05                          ORB     nn
037C    EAA2                          ORB     0,-Y
037E    FAFFEE                        ORB     mmmm

0381    1A05                          ORCC    nn                ;1A

0383    34FF                          PSHS    PC,U,Y,X,DP,B,A,CC
0385    36FF                          PSHU    PC,S,Y,X,DP,B,A,CC
0387    35FF                          PULS    PC,U,Y,X,DP,B,A,CC
0389    37FF                          PULU    PC,S,Y,X,DP,B,A,CC

038B    0905                          ROL     nn                ;09 05
038D    6980                          ROL     ,X+               ;69 80
038F    79FFEE                        ROL     mmmm              ;79 FFEE
0392    49                            ROLA                      ;49
0393    59                            ROLB                      ;59

0394    0605                          ROR     nn                ;06 05
0396    66A0                          ROR     ,Y+               ;66 A0
0398    76FFEE                        ROR     mmmm              ;76 FFEE
039B    46                            RORA                      ;46
039C    56                            RORB                      ;56

039D    3B                            RTI                       ;3B
039E    39                            RTS                       ;39

039F    8205                          SBCA    @nn               ;82 05
03A1    9205                          SBCA    nn                ;92 05
03A3    A2E0                          SBCA    ,S+               ;A2 E0
03A5    B2FFEE                        SBCA    mmmm              ;B2 FFEE

03A8    C205                          SBCB    @nn               ;C2 05
03AA    D205                          SBCB    nn                ;D2 05
03AC    E2C0                          SBCB    ,U+               ;E2 C0
03AE    F2FFEE                        SBCB    mmmm              ;F2 FFEE

03B1    1D                            SEX                       ;1D
```

```
                       SORCIM 6809 Assembler ver  3.5F  07/17/82 14:20  Page   8
Smpl6809 - MC6809 Opcode Listing.                                A:SMPL6809.A69

0423    1F50                          TFR     PC,D              ;1F 50
0425    1F80                          TFR     A,D               ;1F 80
0427    1F90                          TFR     B,D               ;1F 90
0429    1FA0                          TFR     CC,D              ;1F A0
042B    1FB0                          TFR     DP,D              ;1F B0
042D    1F34                          TFR     U,S               ;1F 34
042F    1FAB                          TFR     CC,DP             ;1F AB
0431    1F39                          TFR     U,B

0433    0D05                          TST     nn                ;0D
0435    6DA2                          TST     0,-Y
0437    7DFFEE                        TST     mmmm
043A    4D                            TSTA
043B    5D                            TSTB

                              :       Endx    Smpl6809.asm

この後に,"LINK"により外部のソース・ファイルがリンクされる.次ページに続く.
```

```
                       SORCIM 6809 Assembler ver  3.5F  07/17/82 14:20  Page   9
All 6809 Addressing Modes.                                       A:ADRM6809.A69
"LINK"により組込まれたソース・ファイルがアセンブルされている.
                              ;       Example of all 6809 Addressing Modes.

        = 000E                n5:     EQU     14
        = 007F                n8:     EQU     127
        = FEDC                mm16:   EQU     0FEDCh

                              ;       Accumulator Offset.

043C    ECB6                          LDD     A,X
043E    ECA6                          LDD     A,Y
0440    ECE6                          LDD     A,S
0442    ECC6                          LDD     A,U
0444    EC85                          LDD     B,X
0446    ECA5                          LDD     B,Y
0448    ECE5                          LDD     B,S
044A    ECC5                          LDD     B,U
044C    A68B                          LDA     D,X
044E    A6AB                          LDA     D,Y
0450    A6EB                          LDA     D,S
0452    A6CB                          LDA     D,U

0454    EC96                          LDD     [A,X]
0456    ECB6                          LDD     [A,Y]
0458    ECF6                          LDD     [A,S]
045A    ECD6                          LDD     [A,U]
045C    E695                          LDB     [b,x]
045E    E6B5                          LDB     [b,y]
0460    E6F5                          LDB     [b,s]
0462    E6D5                          LDB     [b,u]
0464    EC9B                          LDD     [D,X]
0466    ECBB                          LDD     [D,Y]
0468    ECFB                          LDD     [D,S]
046A    ECDB                          LDD     [D,U]

                              :       Automatic Increment & Decrement modes.

046C    EC80                          LDD     X+
046E    ECA0                          LDD     ,Y+
0470    ECE0                          LDD     0,S+
0472    ECC0                          LDD     U+
0474    EC82                          LDD     -X
0476    ECA2                          LDD     0,-Y
0478    ECE2                          LDD     -S
047A    ECC2                          LDD     ,-U
047C    EC81                          LDD     X++
047E    ECA1                          LDD     ,Y++
0480    ECE1                          LDD     0,S++
0482    ECC1                          LDD     U++
0484    EC83                          LDD     --X
0486    ECA3                          LDD     0,--Y
0488    ECE3                          LDD     --S
048A    ECC3                          LDD     ,--U
048C    EC91                          LDD     [X++]
048E    ECB1                          LDD     [,Y++]
0490    ECF1                          LDD     [0,S++]
0492    ECD1                          LDD     [U++]
0494    EC93                          LDD     [--X]
```

```
                       SORCIM 6809 Assembler ver  3.5F  07/17/82 14:20  Page  11
All 6809 Addressing Modes.                                       A:ADRM6809.A69

052A    ECF87F                        LDD     [n8,S]
052D    ECD87F                        LDD     [n8,U]
0530    EC9DF84B   ^007F              LDD     [n8,PC]
0534    EC99FEDC                      LDD     [mm16,X]
0538    ECB9FEDC                      LDD     [mm16,Y]
053C    ECF9FEDC                      LDD     [mm16,S]
0540    ECD9FEDC                      LDD     [mm16,U]
0544    EC9DF994   ^FEDC              LDD     [mm16,PC]

0548                                  END

no ERRORs,     7 Labels, 6504h bytes not used. Program LWA = 0548h.
アセンブル時のコマンドラインの"R=F"指定により,リファレンス・マップ.

                  ページNo.  いくつあるか
  MM16    FEDC     9# 6   10/33   10/34   10/35   10/36   10/37   11/ 4
 シンボル  その値   11/ 5   11/ 6   11/ 7   11/ 8
  MMMM    FFEE     1#10    1/21    1/26    1/31    1/36    1/38    1/42
                   1/46    1/47    1/51    1/52    1/59    2/ 5    2/20
                   2/25    2/42    2/49    2/59    2/61    3/ 4    3/ 6
                   3/14    3/16    3/19    3/21    3/26    3/28    3/31
                   3/37    3/47    3/54    3/59    4/14    4/19    4/22
                   4/27    4/52    4/57    4/59    5/ 2    5/ 4    5/13
                   5/14    5/16    5/19    5/21    5/24    5/26    5/29
                   5/58    6/ 4    6/12    6/21    6/26    6/37    6/43
                   6/53    6/58    7/ 4    7/ 8    7/12    7/16    7/19
                   7/20    7/24    7/28    7/35    7/40    7/42    7/46
                   8/12
  N5      000E     9# 4   10/25   10/26   10/27   10/56   10/57   10/58
  N8      007F     9# 5   10/28   10/29   10/30   10/31   10/32   10/59
                  10/60   10/61   11/ 2   11/ 3
  NN      0005     1# 9    1/18    1/19    1/20    1/23    1/24    1/28
                   1/29    1/33    1/34    1/39    1/41    1/44    1/45
                   1/49    1/50    1/54    1/56    2/ 3    2/17    2/18
                   2/22    2/23    2/40    2/46    2/47    2/51    2/52
                   3/ 2    3/ 7    3/17    3/22    3/29    3/33    3/41
                   3/45    3/51    3/52    3/56    3/57    4/12    4/18
                   4/24    4/49,   4/50    4/54    4/55    4/60    5/ 5
                   5/ 6    5/17    5/22    5/27    5/51    6/ 2    6/10
                   6/18    6/19    6/23    6/24    6/28    6/35    6/41
                   6/50    6/51    6/55    6/56    7/ 2    7/ 6    7/10
                   7/14    7/18    7/22    7/23    7/26    7/30    7/31
                   7/37    7/38    7/43    8/10
  REL     017C     2/ 9    2/10    2/11    2/12    2/13    2/14    2/15
                   2#27    2/27    2/28    2/29    2/30    2/31    2/32
                   2/33    2/34    2/36    2/37    2/38
  REL2    0279     4/30    4#31    4/31    4/32    4/33    4/34    4/35
                   4/36    4/37    4/38    4/39    4/40    4/41    4/42
                   4/43    4/44    4/45    4/46    4/47
```

Figure-4.1.5　ACT69により作成されたPRNリスト

4.2 XLT86の使用例

4.2.1 動作の概略

XLT86は，8bitのCP／Mマシン上で，8080のアセンブリ言語プログラムを，16bit CPUである8086用のプログラムにトランスレートするものであり，今までに8080用として作られたプログラムを，人手による書き替えを必要とせず，8086用プログラムに変換することができるものです．

この機能を図示したものを次に示します．

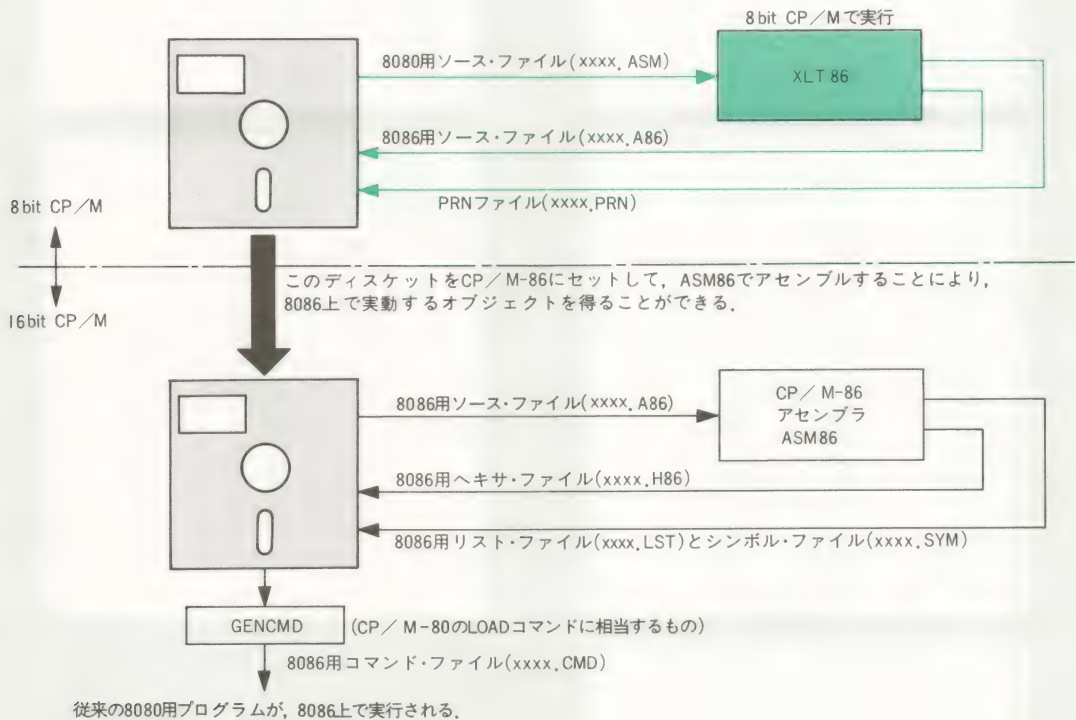



Figure-4.2.1　8086トランスレータ：XLT86の動作原理

この図からもわかるように，まず結論から言えば，8080用に開発されたプログラムを，そのままの機能を持った8086用のプログラムに自動的に変換することができるということです．

では，Figure-4.2.1を順を追って説明しましょう．

まず，8080用に開発されたプログラムがあり，そのアセンブリ・ソース・ファイルがディスケット上にあるとします．例えば，標準的なCP／Mのシステム・ディスクに必ず含まれている．ダンプ・プログラムの〝DUMP．COM〟と，そのソース・ファイル〝DUMP．ASM〟などを想定すれば良いでしょう．〝DUMP．COM〟はもちろんすべてのCP／M上で実行することができますが，16bitの8086上では当然ながら動作しません．

8080用に作ったプログラムが，そのままで8086用としても使えれば，こんなありがたいことはないのですが，これを可能にするのがXLT86である訳です．

ダンプ・プログラムを例にとると〝COM〟ファイルの〝DUMP．COM〟は，16bitに関しては全く何の役にも立たないので，これは無視します．問題は，そのアセンブリ・ソース・ファイル〝DUMP．ASM〟にあります．

XLT86は，このアセンブリ・ソース・ファイルを取り込み，そのプログラムのグローバルなデータの流れを分析し，適正な8086のインストラクションに置き替えます．XLT86の生命は，この〝global data flow analysis〟にあり，これが，同種のトランスレータに比べ，数10％も効率の良いインストラクションを発生させているものと思われます．

このように，8080のアセンブリ・ソース・ファイルからトランスレートされた8086用のアセンブリ・ソース・ファイルは，任意のドライブ上にファイル名〝xxxx.A86〟としてセーブされます．そして，このディスケットを，CP／M-86マシンにセットし（ディスクのファイル構造は，CP／M-80，CP／M-86とも同じなので，そのままどちらをどちらへ持っていってもリード・ライト可能です），そのアセンブラ〝ASM86〟でアセンブルし，GENCMD（CP／M-80のLOADコマンドに相当するもの）で，実行可能なコマンド・ファイルとすることにより，8086上で元の8080の場合と同様にダンプ・プログラムを実行することができます．

4.2.2 XLT86の実行例

サンプル・プログラムとしては，CP／Mユーザーであれば誰でも知っている，先程のダンプ・プログラムが適当なのですが，紙面の関係で，もっと短いプログラムである本書2．2章のファンクション：9での実習プログラムFigure-2.2.15を取り上げてみます．

そのアセンブリ・ソース・プログラムのファイル名を，ここでは〝FUNC9．ASM〟とし，そのタイプアウトを再度次に示しておきます．

このプログラムの内容は非常に簡単なもので，キー入力に応じてそれぞれのメッセージが表示されるだけのものです（2．2章のファンクション：9を参照）．

```
A>TYPE FUNC9.ASM↵ ……サンプル·プログラムのアセンブリ·ソース·ファイルをタイプアウトする.

;*************************************************;
;   FUNCTION  9: PRINT STRING                     ;
;*************************************************;

        ORG     100H
START:
        MVI     C,9
        LXI     D,MSGINP
        CALL    0005H

        MVI     C,1
        CALL    0005H

        CPI     'M'
        JZ      MONGOUT
        CPI     'N'
        JZ      NIGTOUT
        CPI     1AH ;=^Z
        RZ

        MVI     C,2
        MVI     E,'?'
        CALL    0005H

        JMP     START

MONGOUT:
        MVI     C,9
        LXI     D,MSGMONG
        CALL    0005H
        JMP     START

NIGTOUT:
        MVI     C,9
        LXI     D,MSGNIGT
        CALL    0005H
        JMP     START

MSGINP:  DB   0DH,0AH,'input  M)orning  or  N)ight  --->$'
MSGMONG: DB   0DH,0AH,0AH,'GOOD MORNING! THIS IS FUNCTION 9.',0DH,0AH,'$'
MSGNIGT: DB   0DH,0AH,0AH,'GOOD NIGHT! THIS IS FUNCTION 9.',0DH,0AH,'$'

        END

A>
```

Figure-4.2.2　8080のサンプル・プログラムのアセンブリ・ソース・ファイルのタイプアウト.

この8080用のソース・ファイル〝FUNC9.ASM〟に対し，XLT86を実行し，8086用のソース・ファイルが生成される過程を紹介します.

XLT86の実行例を次に示します.

コマンド・ラインの［ ］の中に指定した3つのパラメータは，

80……生成されるPRNファイル中に8080のアセンブリ・リストを作成する．
86……同じくPRNファイル中に8086用のラインとステートメントのリストを作成する．
B……同じくPRNファイル中にBASIC BLOCKのリストを作成する．

という意味を持っています．

```
        3つのパラメータ，「80」「86」「B」を指定（本文参照）．
A>XLT86 FUNC9[8086B] ↵ ……8080用ソース・プログラム"FUNC9.ASM"に対して，XLT86を実行．

XLT86 Version 1.1
Copyright(c) 1981   以下の5ステップが順次実行されて行く．
Digital  Research

  Symbol Setup ……8080ソース・プログラムの各シンボルのロケーション確認のためのステップ．

  Setup Blocks ……データの流れを分析するためのBASIC BLOCKを決定するステップ．

  Join  Blocks ……互いのBASIC BLOCKを結合して"Directed Graph"を構成するステップ．

  List  Blocks ……フロー分析によるBASIC BLOCKのオプショナルなリストを作成するステップ．

  Translate-86 ……フロー分析に従って，8080インストラクションを8086インストラクションに変換するステップ

A> トランスレート終了．
```

Figure-4.2.3　8080のソースプログラム "FUNC9．ASM" に対するXLT86の実行例．

このように，5つのステップを経てトランスレートの作業が終了しました．
生成された各ファイルをDIRで確認してみましょう．

```
A>DIR FUNC9.* ↵ ……XLT86の実行によって生成される各ファイルの確認．

A: FUNC9    ASM : FUNC9    PRN : FUNC9    A86
 8080ソース・プログラム  各種リストファイル  生成された8086用ソース・プログラム
A>
```

Figure-4.2.4　XLT86の実行により生成された各ファイルの確認．

8086用のソース・ファイル "FUNC9．A86" が生成されています．8080用のソース・プログラムが，どのように8086用のソース・プログラムにトランスレートされているでしょう．"FUNC9．A86" をタイプアウトして次に示します．

```
A>TYPE FUNC9.A86↲ ……でき上った8086用ソース・ファイルのタイプアウト.


M        EQU     Byte Ptr 0[BX]
;*************************************************;
;   FUNCTION  9: PRINT STRING                     ;
;*************************************************;
         ORG     100H
START:
         MOV     CL,9
         MOV     DX,(Offset MSGINP)
         INT     224
         MOV     CL,1
         INT     224
         CMP     AL,'M'
         JZ      MONGOUT
         CMP     AL,'N'
         JZ      NIGTOUT
         CMP     AL,1AH                   ;=^Z
         JNZ     L_1
         RET
L_1:
         MOV     CL,2
         MOV     DL,'?'
         INT     224
         JMPS    START
MONGOUT:
         MOV     CL,9
         MOV     DX,(Offset MSGMONG)
         INT     224
         JMPS    START
NIGTOUT:
         MOV     CL,9
         MOV     DX,(Offset MSGNIGT)
         INT     224
         JMPS    START
L_2      EQU     $
         DSEG
         ORG     Offset L_2
MSGINP   DB      0DH,0AH,'input  M)orning  or  N)ight  --->$'
MSGMONG  DB      0DH,0AH,0AH,'GOOD MORNING! THIS IS FUNCTION 9.',0DH,0AH,'$'
MSGNIGT  DB      0DH,0AH,0AH,'GOOD NIGHT! THIS IS FUNCTION 9.',0DH,0AH,'$'
         END

A>
```

Figure-4.2.5　　でき上った8086用ソース・ファイルのタイプアウト.

このソース・ファイルをCP/Mのアセンブラ〝ASM86〟でアセンブルすれば良い訳です.

次に, 8080ソース・プログラムが, 8086用にトランスレートされる過程の分析リストなどが含まれるPRNファイル〝FUNC9.PRN〟の中から, パラメータ〝B〟と〝86〟によって生成されたBASIC BLOCKのリストと, 8086用のラインとステートメントのリストを示します.

ここで示されているそれぞれのBASIC BLOCKが, データ・フローの分析によって適切に組み合わされ, 8086用にトランスレートされていく訳です.

```
              L I S T   O F   B A S I C   B L O C K S
Block At 0005 (subr), A86 = 0000
      Entry Active: ------------- Exit Active: -------------
------------------------------------------------------------------
|stmt#| opcode uses  | op | v1 | v2 | opcode kills |  live regs   |
------------------------------------------------------------------
------------------------------------------------------------------

Block At 0100 (code), A86 = 0100
      Entry Active: B---HL-A----- Exit Active: B-DEHL-A-----
------------------------------------------------------------------
|stmt#| opcode uses  | op | v1 | v2 | opcode kills |  live regs   |
------------------------------------------------------------------
|    7|------------- |MVI |   C|  09|-C----------- |B---HL-A----- |
|    8|------------- |LXI |   D|013A|--DE--------- |B-DEHL-A----- |
|    9|------------- |CALL|0005|    |------------- |B-DEHL-A----- |
------------------------------------------------------------------

Block At 0108 (code), A86 = 0108
      Entry Active: B-DEHL-A----- Exit Active: BCDEHL-A-----
------------------------------------------------------------------
|stmt#| opcode uses  | op | v1 | v2 | opcode kills |  live regs   |
------------------------------------------------------------------
|   11|------------- |MVI |   C|  01|-C----------- |BCDEHL-A----- |
|   12|------------- |CALL|0005|    |------------- |BCDEHL-A----- |
------------------------------------------------------------------

Block At 010D (code), A86 = 010D
      Entry Active: BCDEHL-A----- Exit Active: BCDEHL-A-----
------------------------------------------------------------------
|stmt#| opcode uses  | op | v1 | v2 | opcode kills |  live regs   |
------------------------------------------------------------------
|   14|-------A----- |CPI |  4D|    |--------OZSPI |BCDEHL-A-Z--- |
|   15|---------Z--- |JZ  |0124|    |------------- |BCDEHL-A----- |
------------------------------------------------------------------

Block At 0112 (code), A86 = 0114
      Entry Active: BCDEHL-A----- Exit Active: BCDEHL-A-----
------------------------------------------------------------------
|stmt#| opcode uses  | op | v1 | v2 | opcode kills |  live regs   |
------------------------------------------------------------------
|   16|-------A----- |CPI |  4E|    |--------OZSPI |BCDEHL-A-Z--- |
|   17|---------Z--- |JZ  |012F|    |------------- |BCDEHL-A----- |
------------------------------------------------------------------

Block At 0117 (subr), A86 = 011B
      Entry Active: BCDEHL-A----- Exit Active: B---HL-A-----
------------------------------------------------------------------
|stmt#| opcode uses  | op | v1 | v2 | opcode kills |  live regs   |
------------------------------------------------------------------
|   18|-------A----- |CPI |  1A|    |--------OZSPI |BCDEHL-AOZSPI |
|   19|BCDEHL-AOZSPI |RZ  |    |    |------------- |B---HL-A----- |
------------------------------------------------------------------

Block At 011A (code), A86 = 0120
      Entry Active: B---HL-A----- Exit Active: B---HL-A-----
------------------------------------------------------------------
|stmt#| opcode uses  | op | v1 | v2 | opcode kills |  live regs   |
------------------------------------------------------------------
```

```
      Entry Active: BCDEHL-AOZSPI Exit Active: BCDEHL-AOZSPI
------------------------------------------------------------------
|stmt#| opcode uses  | op | v1 | v2 | opcode kills |  live regs   |
------------------------------------------------------------------
------------------------------------------------------------------
```

```
|   21|------------- |MVI |   C|  02|-C----------- |B---HL-A----- |
|   22|------------- |MVI |   E|  3F|---E--------- |B---HL-A----- |
|   23|------------- |CALL|0005|    |------------- |B---HL-A----- |
------------------------------------------------------------------

Block At 0121 (code), A86 = 0127
      Entry Active: B---HL-A----- Exit Active: B---HL-A-----
------------------------------------------------------------------
|stmt#| opcode uses  | op | v1 | v2 | opcode kills |  live regs   |
------------------------------------------------------------------
|   25|------------- |JMP |0100|    |------------- |B---HL-A----- |
------------------------------------------------------------------

Block At 0124 (code), A86 = 012A
      Entry Active: B---HL-A----- Exit Active: B---HL-A-----
------------------------------------------------------------------
|stmt#| opcode uses  | op | v1 | v2 | opcode kills |  live regs   |
------------------------------------------------------------------
|   28|------------- |MVI |   C|  09|-C----------- |B---HL-A----- |
|   29|------------- |LXI |   D|015E|--DE--------- |B---HL-A----- |
|   30|------------- |CALL|0005|    |------------- |B---HL-A----- |
------------------------------------------------------------------

Block At 012C (code), A86 = 0132
      Entry Active: B---HL-A----- Exit Active: B---HL-A-----
------------------------------------------------------------------
|stmt#| opcode uses  | op | v1 | v2 | opcode kills |  live regs   |
------------------------------------------------------------------
|   31|------------- |JMP |0100|    |------------- |B---HL-A----- |
------------------------------------------------------------------

Block At 012F (code), A86 = 0135
      Entry Active: B---HL-A----- Exit Active: B---HL-A-----
------------------------------------------------------------------
|stmt#| opcode uses  | op | v1 | v2 | opcode kills |  live regs   |
------------------------------------------------------------------
|   34|------------- |MVI |   C|  09|-C----------- |B---HL-A----- |
|   35|------------- |LXI |   D|0185|--DE--------- |B---HL-A----- |
|   36|------------- |CALL|0005|    |------------- |B---HL-A----- |
------------------------------------------------------------------

Block At 0137 (code), A86 = 013D
      Entry Active: B---HL-A----- Exit Active: B---HL-A-----
------------------------------------------------------------------
|stmt#| opcode uses  | op | v1 | v2 | opcode kills |  live regs   |
------------------------------------------------------------------
|   37|------------- |JMP |0100|    |------------- |B---HL-A----- |
------------------------------------------------------------------

Block At 013A (data), A86 = 0140
      Entry Active: ------------- Exit Active: -------------
------------------------------------------------------------------
|stmt#| opcode uses  | op | v1 | v2 | opcode kills |  live regs   |
------------------------------------------------------------------
|   39|------------- |DB  |0024|    |------------- |------------- |
|   40|------------- |DB  |0027|    |------------- |------------- |
|   41|------------- |DB  |0025|    |------------- |------------- |
------------------------------------------------------------------

Block At 01AA (code), A86 = 01B0
```

```
   1     0  M       [illegible]  Byte Ptr 0[BX]
   1     1  ;**************************************************;
   2     2  ;   FUNCTION  9: PRINT STRING                      ;
   3     3  ;**************************************************;
   5     5          [illegible]  100H
   6     6  START:
   7     7          [illegible]  CL,9
   8     8          MOV     DX,(Offset MSGINP)
   9     9          INT     224
  11    11          [illegible]  CL,1
  12    12          INT     224
  14    14          [illegible]  AL,'M'
  15    15          JZ      MONGOUT
  16    16          [illegible]  AL,'N'
  17    17          JZ      NIGTOUT
  18    18          [illegible]  AL,1AH                       ;=^Z
  19    19          JNZ     L_1
  19    19          [illegible]
  19    19  L_1:
  21    21          MOV     CL,2
  22    22          [illegible]  DL,'?'
  23    23          INT     [illegible]
  25    25          JMPS    START
  27    27  MONGOUT:
  28    28          MOV     CL,9
  29    29          [illegible]  DX,(Offset MSGMONG)
  30    30          INT     224
  31    31          [illegible]  START
  33    33  NIGTOUT:
  34    34          MOV     CL,9
  35    35          MOV     DX,(Offset MSGNIGT)
  36    36          INT     224
  37    37          JMPS    [illegible]
  37    37  L_2     EQU     $
  37    37          DSEG
  37    37          ORG     Offset L_2
  39    39  MSGINP  DB      0DH,0AH,'input  M)orning  or  N)ight  --->$'
  40    40  MSGMONG DB      0DH,0AH,0AH,'GOOD MORNING' THIS IS FUNCTION 9.',0DH,0AH
,'$'
  41    41  MSGNIGT DB      0DH,0AH,0AH,'GOOD NIGHT! THIS IS FUNCTION 9.',0DH,0AH,'
$'
  43    43          END
```

Figure-4.2.6　PRNファイルに含まれるBASIC BLOCKのリスト.

BASIC BLOCKのリスト中の（subr）はサブルーチン，（code）はメイン・ラインコード，（data）はデータ・ブロックを表します．

その他，XLT86は，例えばCP／M-86の〝コンパクト・メモリモデル〃用のソース・プログラムを作ったり，コードとデータ・セグメントをオーバラップさせないようにするなど，いくつかの指示をXLT86の実行時にパラメータとして与えることができます．

5章　各種高級言語による
同一主題ソフト開発例

CP／M は，高級言語の分野においても，他の OS に比べ圧倒的に優位です．2～3の代表的な言語にとどまらず，いろいろな言語プロセッサを使いたい場合，どうしても CP／M に頼らざるを得ないのです．

例えば，代表的な言語である COBOL では，ANSI 標準 COBOL（ANSI X3.23 1974）のレベルIIが走り（CIS COBOL）これは，プロフェッショナルのプログラマが十分満足できる内容です（これには便利な“COMPUTE”ステートメントも使用できる）．

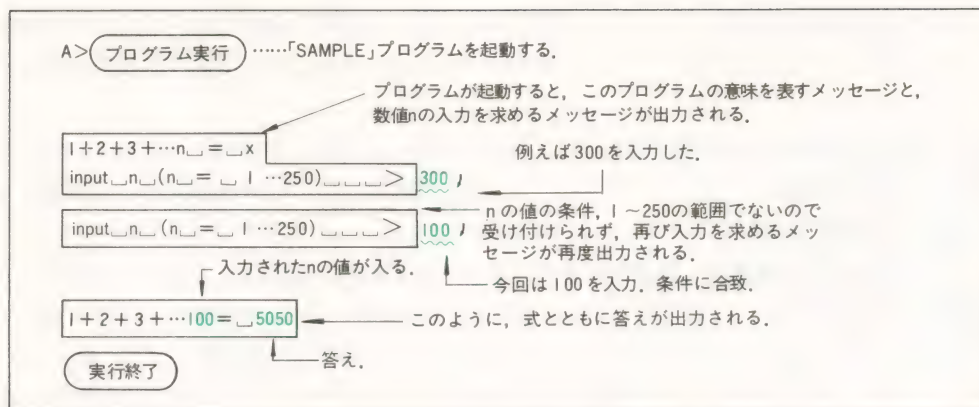
また，今まで限られた機種でしか利用できず，使いたくても使えなかった人が多い APL なども，国内の販売店で入手できるようになりました．CP／M 上で走る APL を具体的に紹介するのは本書が最初と思いますが，APL が，CP／M マシン上で安価に誰もが利用できるということは，スカラー，ベクトル，マトリックスなどのデータ解析，数値解析，それにグラフィックスなどの分野の人達に大きな刺激を与えるものと思われます．

この章では，一般のユーザーが，容易に入手可能な言語を11種類取り上げました．そこで，簡単な問題を全部の言語に与え，その問題解決をそれぞれの言語で実現してみましょう．

取り上げた11種類の言語と，その商品とメーカー名を次に示します．購入先などは本書の巻末付録Cに示しておきます．

1．COBOL（コボル）……CIS COBOL（米 MICRO FOCUS 社）中間言語コンパイラ
2．FORTRAN（フォートラン）……FORTRAN-80（米 Microsoft 社）コンパイラ
3．BASIC（ベーシック）……CB-80（米 Digital Research 社）コンパイラ
4．PASCAL（パスカル）……Pascal／MT+（米 Digital Research 社）コンパイラ
5．PL／I（ピーエルワン）……PL／I-80（米 Digital Research 社）コンパイラ
6．PL／M（ピーエルエム）……PLMX（米 Systems Consultants 社）コンパイラ
7．C（シー）……BDS C Compiler（米 BD Software 社）コンパイラ
8．FORTH（フォース）……Rgy FORTH（日 リギーコーポレーション）コンパイラ
9．LISP（リスプ）……muLISP（米 The SoftWarehouse 社）中間言語コンパイラ／インタープリタ
10．ALGOL（アルゴル）……ALGOL-M（米 Mark Moranville）中間言語コンパイラ／インタープリタ
11．APL（エーピーエル）……SOFTRONICS APL＼80（米 SOFTRONICS 社）インタープリタ

以上の言語に対する課題は次のようなものです．

プログラム名は，「SAMPLE」とします．その内容は，プログラムを実行した場合の具体的なスクリーン表示例で示します．

つまり，ただの数列の総和（1＋2＋3＋……＋n）を求めるプログラムですが，その中には，コンソールとの入出力，演算，判断の要素が入っています（入力が0や，1，2，3の場合，答えの式がおかしいなど，細かいことには目をつぶって下さい）.

では，この課題「SAMPLE」を，COBOL から順にそれぞれの言語で実現して行きましょう.

ここでは，これらの言語とその使い方についての詳細な解説を行うのが目的ではありません．今まで，一部のミニコンピュータや，大型コンピュータでしか使うことができなかった言語の，そのフルセットあるいはサブセットレベルのものが，CP／M マシン上で簡単に使用できるという事実を紹介するのが目的です.

言語は本来，それぞれに適する分野があり（PL／Iとか，C など，アセンブラ・レベルに近いシステム記述から，ビジネス・アプリケーションの記述まで，広く利用できる言語もあるが），それぞれの特徴を生かしたサンプル・プログラムを作ればなお良いのですが，ここではただ，各言語の書き方や，雰囲気を比較する意味で，画一的に取り扱っていることをご了承下さい.

5.1 COBOL

5.1.1 COBOLについて

COBOL（Common Business Oriented Language）は，その名の通り事務用共通言語であり，身近な例では，銀行のオンライン・システムや，各会社の給与・人事その他の会社経営システムなど，事務分野の大半のものに使用されています.

COBOL は，1959年に事務用共通言語の開発を目的として設立された組織である CODASYL（the Conference On DAta SYstems Language．コダシル）によって，その仕様書が作成され，1960年に

一般に公開されました.

この仕様書に基づき, 各社が COBOL コンパイラを開発し, 1960年末には, すでに RCA と UNIVAC が完成して両機種間で同一 COBOLプログラムの互換性の実験を行い, 見事に成功しています. この当時の COBOL は, 現在 COBOL-60と呼ばれています.

CODASYL と ANSI（アメリカ国立標準協会）との関係は, COBOL 文法の開発を CODASYL が行い, その標準化を ANSI が行うことになっています.

COBOL は, CODASYL の管理により常に保守改訂が行われており, 他のコンピュータとの互換性が極めて良いことは, 他の言語にはない最大の特徴であり, 投資効率の高い言語であると言うことができます.

現在の COBOL の規格は, 改訂アメリカ規格 COBOL X3.23-R1974が多く使われており, JIS COBOL もこれに準じています.

CODASYL の指示で, COBOL のマニュアルなどには, 必ず次の文章が書かれていますので紹介しておきましょう.

> COBOL は産業界の言語で, いずれの会社, 会社団体, あるいはいかなる組織団体の所有物でもない.
> いずれの参画者, CODASYL プログラミング言語委員会も, このプログラミング・システムと言語の正確性および機能に関しては, なんの保証もしないし, 一切の責任も負わない.

5.1.2 MICRO FOCUS社 CIS COBOLについて

CIS COBOL は, Federal High COBOL のGSA 仕様に一致しており, CP／M マシン上で（例えばあなたの PC-8001, 8801でも）ANSI X3.23 1974 COBOL の, それもレベルIIを使用することができます（注：ここで使用した CIS COBOL Version 4．4 は, レベルIIのバージョンではありません).

CIS COBOL は, 次の 8 つのモジュールをレベルIIで完全に実行します.

- ニュークリアス（中核）
- テーブル・ハンドリング（表操作）
- シーケンシャル I／O（順ファイル）
- リラティブ I／O（相対ファイル）
- インデックス I／O（索引ファイル）

- インタープログラム・コミュニケーション（プログラム間連絡）
- ソート・マージ（整列併合）
- コミュニケーション（通信）……ただし，ハードウェアのサポートがされていること（レポート・ライタはない）．

また，次のモジュールはレベルＩで実行します．

- セグメンテーション（区分化）
- ライブラリ（登録集）
- デバッグ

その他，ミニコンピュータや，大型コンピュータのCOBOLではサポートされていないCOBOLの入出力モジュールに内蔵された，全画面処理用のアドバンス画面形式と，データ入出力機能，カーソルのダイレクト・アドレッシングによるデータ入出力機能，その他，マイクロコンピュータを十分に活用するためのいくつかの拡張機能があります．

また，CIS COBOLには，ユーティリティとして〝FORMS-2〟という，COBOLソース・コード・ジェネレータが用意されており，CRTと対話形式で非常に能率的にプログラムを作成することができます．

5.1.3 CIS COBOLによる「SAMPLE」プログラムの作成

まず，そのソース・プログラムを次に示します．

COBOLに関しては，若干〝SAMPLE〟プログラムの仕様と異なる箇所もありますが，大形コンピュータで，COBOLの専門家が書くプログラム風に書かれています．もちろん，主題プログラムの仕様を満足するだけであれば，この数分の一のステップ数で書くことができます．

```
A>TYPE SAMPLE.CBL

      *  CIS COBOL sample program for "Application CP/M"   *

       IDENTIFICATION DIVISION.
       PROGRAM-ID.            SAMPLE.
       AUTHOR.                 Mr.MURASE.
       DATE-WRITTEN.          8/23/1982
       DATE-COMPILED.         8/23/1982
      *
       ENVIRONMENT DIVISION.
       SOURCE-COMPUTER.       PC-8801withCPM.
       OBJECT-COMPUTER.       PC-8801withCPM.
       SPECIAL-NAMES.          CONSOLE IS CRT.
      *
```

ファイル名のエクステンションは何でもよい．

プログラムの概略．

コンピュータの物理的なものに関することを定義．

DISPLAY，ACCEPTで，装置名を省略した時に，CRTを指定することを定義．

```
        DATA DIVISION. ……オブジェクト・プログラムによって処理されるすべてのデータを，ここで定義する.
        WORKING-STORAGE SECTION.    使用する変数はすべて定義する
        77  X                       PIC   9(6)V9. ……独立項目としている. 01×PIC 9(6)V9. でもよい.
       *                                         └→小数点以上6桁，以下1桁を定義.
        01  CRT-TITLE.
            03  FILLER              PIC   X(80) VALUE SPACE.
            03  TITLE-A             PIC   X(80) VALUE "1+2+3+....n = x".
            03  FILLER              PIC   X(80) VALUE SPACE.          VALUEで各変数に
            03  CRT-INPUT-TITLE.                                      初期値を与える.
                05  TITLE-B         PIC   X(30) VALUE
                                    "input n (n = 1...250)    -->000".
                05  FILLER          PIC   X(50) VALUE SPACE.
                05  ERR-COMMENT     PIC   X(80) VALUE SPACE.
            03  CRT-ANSWER-AREA.
                05  COMMENT-1       PIC   X(10).
                05  INPUT-NOTE      PIC   ZZ9. ← 〜は上位の0を表示しない.
                05  COMMENT-2       PIC   X(2). ↙ =は表示する桁で，編集項目である.
                05  ANSWER          PIC   ZZZ,ZZ9.
                05  CUR-SET         PIC   X(160). ……FILLER以外の変数を定義することで，
                                                   カーソルをエリア最下部にセットする.
        01  CRT-INPUT-AREA-SET      REDEFINES CRT-TITLE.
            03  FILLER              PIC   X(267).
            03  INPUT-DATA          PIC   9(3).
       *
        PROCEDURE DIVISION. ……データ処理部.
       ***  INITIAL-SET ***
            MOVE ZERO                   TO X.
            DISPLAY SPACE. ……画面全体をクリア.
            MOVE SPACE                  TO CRT-ANSWER-AREA. ……答えエリアをクリア.

        TITLEOUT-ACCEPT.
      (A)→ DISPLAY CRT-TITLE. ……初期画面表示.
      (B)→ DISPLAY CRT-INPUT-AREA-SET.  …そこにカーソルをセット.
      (C)→ ACCEPT  CRT-INPUT-AREA-SET.  データ入力.

       ***  CHECK DATA  ***
            IF  INPUT-DATA <  251
                THEN MOVE SPACE         TO ERR-COMMENT
                     MOVE "1+2+3+...."  TO COMMENT-1     答えエリアの表示内容のセット.
                     MOVE INPUT-DATA    TO INPUT-NOTE    入力値が正しい時.
                     MOVE " ="          TO COMMENT-2
                ELSE MOVE "INPUT ERROR !   ----> RETRY PLEASE "
                                        TO ERR-COMMENT          入力値エラーの時.
                     GO TO TITLEOUT-ACCEPT.

       ***  COMPUTE  ***
            ADD 1 INPUT-DATA            TO X.
            MULTIPLY 0.5 BY X.                           nまでの総和の計算.
            MULTIPLY X   BY INPUT-DATA GIVING ANSWER.
      (D)→ DISPLAY CRT-TITLE.   画面全体(今回は，答えエリアに内容が入っている)を表示.

            STOP RUN.

    A>
```

Figure-5.1.1　COBOL による〝SAMPLE〟のソース・プログラム.

CIS COBOLのソース・ファイル名のエクステンションは，任意のものでかまいません.

ここではｎまでの総和の計算を，ループを使わず，

$$((n+1)\times 0.5)n=x$$

という式で求めています.

スクリーンへの表示は,CRT全体を各変数で分割して表示位置をセットしています.その変数とCRTの関係を次に示します（このような手法を用いずに，もっと簡単に表示できますが).

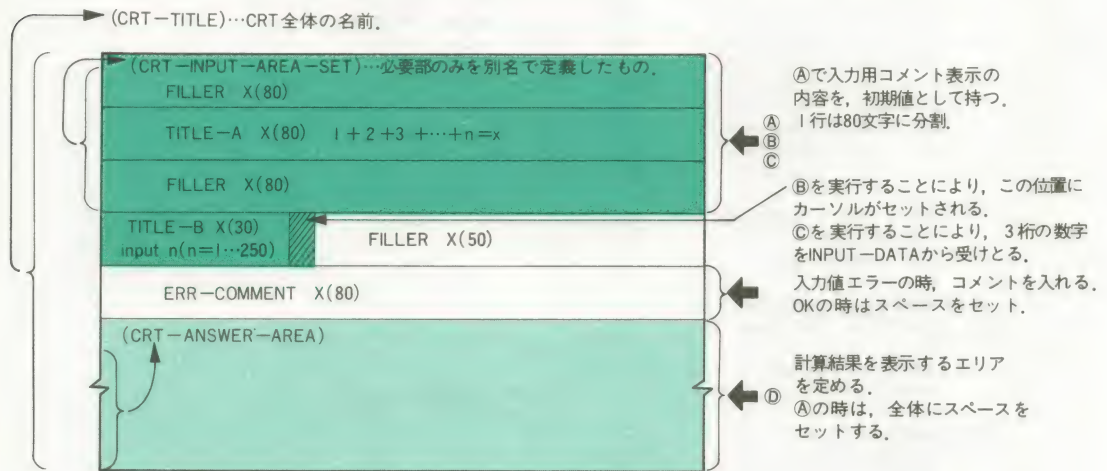



Figure-5.1.2 CRT全体を各変数で分割した図

さて，次はこのソース・プログラム〝SAMPLE . CBL〟をコンパイルします.

コンパイルして，そのプログラムを実行するために必要な最低限の各ファイルを，STATコマンドで示しておきます（もちろんCIS COBOLのパッケージに含まれています).

```
A>B:STAT *.*↲

 Recs  Bytes  Ext Acc
  272    34k    3 R/W A:COBOL.COM     コンパイラのルート・プログラム.
   52     7k    1 R/W A:COBOL.I01
   91    12k    1 R/W A:COBOL.I02    コンパイラのオーバレイ・モジュール.
   52     7k    1 R/W A:COBOL.I03
   25     4k    1 R/W A:COBOL.I04
  272    34k    3 R/W A:RUN.COM      ランタイム・システム
   20     3k    1 R/W A:SAMPLE.CBL     "SAMPLE"プログラムのソース・ファイル.
Bytes Remaining On A:  140k

A>
```

Figure-5.1.3　　CIS COBOLのコンパイルとプログラムの実行のために，最低限必要な各ファイル.

コンパイラの実行と，生成されたファイルの確認などの実行例を次に示します．

```
A>DIR SAMPLE.*↲ ……コンパイル前の"SAMPLE"ファイルをすべてリストアウト.

A: SAMPLE   CBL ……ソース・ファイルのみ存在する.

A>COBOL SAMPLE.CBL↲ ……ソース・ファイル"SAMPLE.CBL"に対し,コンパイラを実行する.

** CIS COBOL V4.4  COPYRIGHT (C) 1978,1981 MICRO FOCUS LTD
**COMPILING SAMPLE.CBL
** ERRORS=00000 DATA=00977 CODE=00303 DICT=00333:09126/09459 GSA FLAGS=  OFF
エラーなしでコンパイル成功.

A>DIR SAMPLE.*↲ ……コンパイル終了後,すべての"SAMPLE"ファイルをリストアウト.

A: SAMPLE   CBL : SAMPLE   INT : SAMPLE   LST ……INTファイルとLSTファイルが
  ソース・ファイル  中間コード・ファイル  リスト・ファイル.   生成されている.

A>B:STAT SAMPLE.INT↲ ……中間コード・ファイルの容量を調べる.

 RECS  BYTES  EXT ACC
   11     2K    1 R/W A:SAMPLE.INT ……2Kバイト長である.
BYTES REMAINING ON A: 131K

A>
```

Figure-5.1.4　CIS COBOL のコンパイラの実行と，生成されたファイルの確認．

コンパイルは成功して，2Kバイトの中間コードのファイル〝SAMPLE.INT〞と，リスト・ファイル〝SAMPLE.LST〞が生成されています．

では，〝SAMPLE〞プログラムを実行してみましょう．中間コードのプログラムをランタイム・システム〝RUN.COM〞で実行します．

```
A>RUN SAMPLE.INT↲ ……コンパイルされた"SAMPLE"プログラムの実行.
                    ランタイム・システムを起動して実行させる.
```

Figure-5.1.5　CIS COBOL で作成された〝SAMPLE〞プログラムの実行．

ランタイム・システムと，中間コード・ファイルがメモリ上にロードされると実行開始となり，スクリーン全体がクリアされて，次のように表示されます．

```
1+2+3+....n = x                  この位置にカーソルが戻る.

input n (n = 1...250)    -->300↲ ……251以上を入力したため，エラー・メッセージ
INPUT ERROR !    ----> RETRY PLEASE  が出力されて，元の位置にカーソルが戻った.
```

Figure-5.1.6　〝SAMPLE〞プログラムの実行①．入力値エラーの例（エラー・メッセージが出力される点は，仕様と異なります）．

前のリストの〝300″を〝100″と書き換えて実行すると，次のようになりました．

```
1+2+3+....n = x

input n (n = 1...250)    -->100↲ …… 適正な値を入力.

1+2+3+....100 =  5,050 ……入力値と答えが出力されている.

A> ……CP M に戻った.
```

Figure-5.1.7　〝SAMPLE″プログラムの実行②．適正な入力値の例．

参考までに，コンパイル時に生成されたリスト・ファイルの〝SAMPLE．LST″の一部を次に示しておきます．

```
A>TYPE SAMPLE.LST↲
** CIS COBOL V4.4                    SAMPLE.CBL                  PAGE: 0001
**
      *  CIS COBOL sample program for "Application CP/M"  *
                                                                     0118
                                                                     0118
       IDENTIFICATION DIVISION.                                      0118
       PROGRAM-ID.         SAMPLE.                                   0118
       AUTHOR.              Mr.MURASE.                               0118
       DATE-WRITTEN.       8/23/1982                                 0118
       DATE-COMPILED.      8/23/1982                                 0118
      *
       ENVIRONMENT DIVISION.                                         0118
       SOURCE-COMPUTER.    PC-8801withCPM.                           0118
       OBJECT-COMPUTER.    PC-8801withCPM.                           0118
       SPECIAL-NAMES.       CONSOLE IS CRT.                          0118
      *
       DATA DIVISION.                                                0118
       WORKING-STORAGE SECTION.                                      0184
       77   X                      PIC  9(6)V9.                      0184 00
      *
       01   CRT-TITLE.                                               018B 07
            03   FILLER            PIC   X(80)  VALUE SPACE.         018B 07
            03   TITLE-A           PIC   X(80)  VALUE "1+2+3+....n = x".    01DB 57
                        .
                        .
      ***   COMPUTE   ***
            ADD 1 INPUT-DATA              TO X.                      00B1
            MULTIPLY 0.5 BY X.                                       00C6
            MULTIPLY X    BY INPUT-DATA GIVING ANSWER.               00D5
            DISPLAY CRT-TITLE.                                       00E8
                                                                     010B
            STOP RUN.                                                010B
** CIS COBOL V4.4 REVISION 1                                 URN AV/0001/BK
** COMPILER COPYRIGHT (C) 1978,1981 MICRO FOCUS LTD
** ERRORS=00000 DATA=00977 CODE=00303 DICT=00333:09126/09459 GSA FLAGS=  OFF
```

Figure-5.1.8　コンパイル時に生成されたリスト・ファイルの一部をタイプアウト．

CIS COBOL のその他多くの機能の紹介は省略します.

5.2 FORTRAN

5.2.1 FORTRANについて

FORTRAN（FORmula TRANslator）は，科学技術計算用の言語であり，1958年に IBM が改訂版の FORTRAN II を発表し，そのコンパイラが作られてから一般に広く普及し始めました．その後，1962年に FORTRAN IVとそのコンパイラが発表され，これが現在の標準化された ANSI FORTRAN の基となっています．

日本の JIS FORTRAN の最高水準7000は，ANSI の FORTRAN に準じています．

FORTRAN は，なぜか日本では非常にもてはやされている言語であり，COBOL に次いで多く使われています．

プログラムの書き方は，BASIC 言語によく似ているので（BASIC が FORTRAN に似ているのであるが），BASIC 言語の書ける人なら少しの学習で FORTRAN が書けるようになるでしょう．

5.2.2 Microsoft社 FORTRAN-80について

FORTRAN-80は，ほぼ，JIS FORTRANの水準7000を満たしていますが，いくつかの拡張機能と制約事項があり，それを次に示します．

FORTRAN JIS 水準7000の上に拡張された機能．

(1) STOP 文，PAUSE 文に〝STOP C〟または〝PAUSE C〟とC が使用されるときに，C は 6 文字のASCII コードが使用できる．
(2) READ 文もしくは WRITE 文の中に，ERR＝およびEND＝と書いて入出力時エラーが発生したとき，および入出力時のファイルが終了したときの分岐を書くことができる．
(3) PEEK，POKE，INP およびOUT 機能が付け加えられている．
(4) 文関数で添字のついた変数を使うことができる．
(5) 整定数が使用できるところでは，16進数も使用できる．
(6) 文字データの列（アポストロフィでくくられた文字）が nH の形の代わりに使用できる．
(7) 文字データは，整定数としての式の中で使用することができる．
(8) 継続行の数に制約はない．
(9) 各種の型データを式の中，または代入文に用いることができる．また変換は自動的に行われる．

FORTRAN JIS 水準7000に対して次の制約があります.

(1) 複素数型のデータが使用できない.

(2) 宣言文は，つぎの順序になっていなければならない.

- PROGRAM 文，SUBROUTINE 文，FUNCTION 文，BLOCK DATA 文
- 型宣言文，EXTERNAL 文，DIMENSION 文
- COMMON 文
- EQUIVALENCE 文
- DATA 文
- 文関数

(3) データの型に応じてコンピュータのメモリを占める大きさが異なる．整数，実数，倍精度実数および論理型に応じて必要なメモリの容量が異なる.

(4) 代入文における符号および DO 文の最初のコンマは，その文の開始行に現れなければならない.

(5) 入出力並びの要素として，複数個のデータをかっこでくくった形は使用できない.

FORTRAN-80は，FORTRAN で書かれたソース・ファイル(ファイル名のエクステンションは"FOR")をコンパイルし，リロケータブル・オブジェクト・ファイル（マイクロソフト・リロケータブル・オブジェクト・フォーマット．エクステンションは"REL"）を生成するコンパイラです．生成された REL ファイルは，付属の LINK-80（リンク・ローダ）により，FORTRAN のライブラリとのリンク，それにアセンブラや他の言語による REL ファイルとのリンクを行うことができます.

5.2.3 FORTRAN-80による「SAMPLE」プログラムの作成

まず，ソース・プログラムを次に示します.

```
A>TYPE SAMPLE.FOR                  ファイル名のエクステンションは，"FOR"とする．

C       FORTRAN-80 sample program for "Application CP/M"    行の最初が"C"で始まる行は，
C                                                           コメントとなる．
C
      INTEGER N, NUMB, TEMP ……各変数の定義．
C
C       ** Title out
      WRITE (1, 100)                          タイトルの出力．
  100 FORMAT (1H , 15H1+2+3+....n = x/)
C
C       ** Input message out, Key input and Check
   10 WRITE (1, 200)                                       入力メッセージの出力．
  200 FORMAT (1H+, 27Hinput n (n = 1...250)    -->)
      READ (1, 300) N
  300 FORMAT (I10)                            数値nの入力とそのチェック．
      IF (N.LT.1 .OR. N.GT.250) GO TO 10
```

```
C
C        ** Compute
      NUMB = N
      TEMP = N
   20 NUMB = NUMB - 1                          nまでの総和の計算.
      IF (NUMB .EQ. 0) GO TO 30
      TEMP = TEMP + NUMB
      GO TO 20
C
C        ** Answer out
   30 WRITE (1, 400) N, TEMP
  400 FORMAT (1H , 10H1+2+3+...., I6, 3H = , I5//)   答えが表示されている.
      STOP
      END
A>
```

Figure-5.2.1　FORTRAN による "SAMPLE" プログラムのソース・ファイル.

ソース・プログラムをコンパイルして，FORTRAN のライブラリとリンクし，実行可能なオブジェクト・ファイルを生成するには，最低限，次に示すファイルが必要です（もちろん FORTRAN-80のパッケージに含まれています).

```
A>B:STAT *.* ↲

 Recs   Bytes   Ext  Acc
  213    27k     2  R/W  A:F80.COM ……コンパイラ.
  207    26k     2  R/W  A:FORLIB.REL    リロケータブル・オブジェクト形式の各種ライブラリ.
   84    11k     1  R/W  A:L80.COM ……リンク・ローダ.
    5     1k     1  R/W  A:SAMPLE.FOR     "SAMPLE"プログラムのソース・ファイル.
Bytes Remaining On A: 176k

A>
```

Figure-5.2.2　FORTRAN-80のコンパイル→リンク→実行に必要な最低限の各ファイル.

では，コンパイルの作業を始めましょう．各時点での DIR コマンドによる "SAMPLE" ファイルの確認をしながら，コンパイラの実行とリンク・ローダの実行例を次に示します.

```
A>DIR SAMPLE.*↲

A: SAMPLE    FOR ……"SAMPLE"ファイルは，ソース・ファイルのみ存在.


A>F80 SAMPLE,SAMPLE=SAMPLE ↲    コンパイラの実行．標準的なコマンド・ラインであり，
                                 RELファイルと，PRNファイルをディスク上に生成する.
$MAIN


A>DIR SAMPLE.*↲ ……生成されたファイルの確認.
```

```
A: SAMPLE   FOR : SAMPLE   PRN : SAMPLE   REL
  ソース・ファイル        リスト・ファイル  リロケータブル・オブジェクト・ファイル
            終了と同時にCP/Mに戻る.
A>L80 SAMPLE/E,SAMPLE/N ……リンク・ローダの実行. 標準的なコマンド・ラインであり, COMファイルが
生成される"COM"ファイルをディスクにセーブする.       ディスク上に生成され, 終了後はCP/Mに戻る.
Link-80  3.44  09-Dec-81  Copyright (c) 1981 Microsoft

Data    0103    1B74    < 6769>

24819 Bytes Free
[016F   1B74       27]

A>DIR SAMPLE.* ……生成されたファイルの確認.

A: SAMPLE   FOR : SAMPLE   PRN : SAMPLE   REL : SAMPLE   COM
                                           実行可能な純マシン・コードのファイルが
                                           生成されている.

A>B:STAT SAMPLE.COM ……"SAMPLE.COM"の
                        容量の確認.
 RECS  BYTES  EXT ACC
   53     7K    1 R/W A:SAMPLE.COM ……7Kバイト長である.
BYTES REMAINING ON A: 164K

A>
```

Figure-5.2.3　FORTRAN-80によるコンパイラの実行, リンク・ローダの実行と生成されるファイルの確認.

でき上った "SAMPLE. COM" を実行してみましょう. FORTRAN-80はコンパイラなので, "SAMPLE. COM" 単独で実行できます.

```
A>SAMPLE     "SAMPLE"プログラムの実行.

1+2+3+....n = x
input n (n = 1...250)    -->290 ……251以上のため入力エラーとなる.
input n (n = 1...250)    -->200 ……再度正しい値を入力.

1+2+3+....   200 = 20100 ……入力した値と答えが出力された.

 STOP ……FORTRAN-80のシステムからの出力.

A>
```

Figure-5.2.4　FORTRAN-80で作成された "SAMPLE" プログラムの実行.

参考までに, リスト・ファイルの "SAMPLE. PRN" の一部を次に示しておきます.

```
A>TYPE SAMPLE.PRN

FORTRAN-80 Ver. 3.44 Copyright 1978-1981 (C) By Microsoft -- Bytes: 16966
Created: 10-Dec-81
1        C        FORTRAN-80 sample program for "Application CP/M"
```

```
2        C
3        C
4                INTEGER N, NUMB, TEMP
5        C
6        C         ** Title out
7                WRITE (1, 100)
*****    0000'    LXI      B,$$L
*****    0003'    JMP      $INIT
*****    0006'    LXI      D,100L
*****    0009'    LXI      H,[01 00 00 00]
*****    000C'    CALL     $W2
8           100 FORMAT (1H , 15H1+2+3+....n = x/)
*****    000F'    CALL     $ND
9        C
10       C         ** Input message out, Key input and Check
11          10 WRITE (1, 200)
*****    0012'    LXI      D,200L
*****    0015'    LXI      H,[01 00 00 00]
*****    0018'    CALL     $W2
                           .
                           .
27         400 FORMAT (1H , 10H1+2+3+...., I6, 3H = , I5//)
*****    009A'    LXI      B,TEMP
*****    009D'    LXI      D,N
*****    00A0'    LXI      H,[01 00 00 00]
*****    00A3'    MVI      A,03
*****    00A5'    CALL     $IO
*****    00A8'    CALL     $ND
28               STOP
*****    00AB'    CALL     $ST
29               END
*****    00AE'    202020202020
*****    00B4'    01 00 00 00

Program Unit Length=00B8 (184) Bytes
Data Area Length=006C (108) Bytes

Subroutines Referenced:

$IO                        $INIT                      $W2
$ND                        $R2                        $ST

Variables:

N        0001"             NUMB     0003"             TEMP     0005"
T:000002        0049"      T:010002        004A"

Labels:

$$L      0006'             100L     0007"             10L      0012'
200L     0020"             300L     0044"             20L      006C'
30L      0091'             400L     004B"

1

A>
```

Figure-5.2.5　コンパイル時に生成されたリスト・ファイルの一部をタイプアウト.

FORTRAN-80のその他の多くの機能の紹介は省略します.

5.3 BASIC

5.3.1 BASICについて

BASIC は，もう言わずと知れた BASIC であり，パソコン＝BASIC，世の中のコンピュータはすべて BASIC，と思い込んでしまっている人もいるくらいであり，それほど普及している言語です．

BASIC の名は，一説によると Beginner's All-purpose Symbolic Instruction Code に由来すると言われていますが，筆者個人的にはただ，「基礎の」とか「初歩の」といった意味での〝basic〞をとったものである方が〝BASIC〞らしいのではないかと思っています．

BASIC は，米国 Dartmouth 大学の J. G. Kemeny と， T. E. Kurtz を中心に開発された，会話型のプログラミング言語であり，FORTRAN に非常によく似ています．一般に使われ始めたのは，1965年に GE235システムにインプリメントされてからであると言われています．

開発当初は，大型マシンの TSS で使用する目的であったのですが，マイクロコンピュータの驚異的な発達のおかげで，今では各家庭やオフィスのパーソナル・コンピュータで主に使用されており，言語の機能も，当初のスーパー・スーパー・セットと言えるほど拡張されています．

BASIC のコンパイラは，マイクロコンピュータ用のものが実現されており，BASIC も実務レベルで本格的に利用できるようになりました．コンパイラ型 BASIC については，本書３．４章でマイクロソフト社の〝BASCOM〞を，当項でデジタルリサーチ社の〝CB-80〞を取り上げています．

5.3.2 Digital Research社 CB-80について

(CB-80は Compiler System 社の製品であるが，1981年秋に同社は Digital Research 社と合併した)

CB-80は，アメリカでビジネス･ユースとして最も広く使用されている CBASIC (Digital Research 社．事務用の中間コード・インタープリタ型 BASIC) とソース・ファイルのコンパチビリティを持った，BASIC コンパイラです．

CB-80は，CB-80コンパイラとライブラリ，それにリンク･ローダから構成され，BASIC 言語のソース・プログラムを，マシン・コードのリロケーブル・オブジェクト・モジュールにコンパイルします．生成されたリロケータブル･オブジェクト･モジュールは，リンク･ローダにより，CB-80のライブラリ・モジュールや，必要であれば他の言語から生成されたモジュールとの結合を行い，実行可能な１本のマシン・コードプログラムを生成します．

CB-80は，従来の BASIC にはない，数々の特徴を持っています．

- ラインNo.を一切必要としない．GOTO および GOSUB にはラベルを使用できる（ラインNo.を付けてもかまわないが）．
- 従来，1行に記述しなければならなかったものが，複数行にわたって記述できる．よって，複数行にわたる関数も自由に定義できる．
- リロケータブル・マクロ・アセンブラで使用するものと同じ機能を持つ"PUBLIC"（3．2，3．3章参照）宣言を，他のモジュールに対して行える．
- ファイルのランダム・アクセスの手続が簡単である．数値を文字列に変換する必要がない．
- %INCLUDE 文により，別のソース・ファイルを任意の場所に挿入しながらコンパイルを行うことができる．
- その他いくつかありますが省略．

などであり，何と言っても最大の利点は，アセンブラ言語を記述する感覚で，BASIC 言語を記述できるということでしょう．そのため，構造化プログラミングが格段に行いやすくなっています．

従来のラインNo.付きの BASIC では，とても書けなかったり，書く気にはなれなかったプログラムでも，CB-80の記述法でなら可能となるものが多いと思われます．

注） 巻末の付録Bに，CBASIC，CB-80，MBASIC，それに BASCOM のステートメントおよび関数の一覧表を載せてあります．参照下さい．

5.3.3 CB-80による「SAMPLE」プログラムの作成

まず，そのソース・プログラムを示します．ファイル名のエクステンションは，"BAS"がデフォールトとして指定されていますが，何であっても構いません．

```
A>TYPE SAMPLE.BAS
        ¥  CB-80 sample program for "Application CP/M"  ¥

        INTEGER I,H,A

                ¥input message out
        PRINT
        PRINT   "1+2+3+....n = x"
INP.MSGOUT:
        INPUT   "input n (n = 1...250)    -->" ; INPVAL
        IF      (INPVAL<1) OR (INPVAL>250)                        ¥
                        THEN    GOTO INP.MSGOUT

                ¥compute
        GOSUB   CALC.SUB

                ¥out result
        PRINT
```

```
         PRINT    "1+2+3+...." ; INPVAL ; "= " ; ANSX
                  STOP     ¥program run end……プログラムの実行の終わりはENDではなくSTOP.

                  ¥calc subroutine
CALC.SUB:    ラベル
         P=       INPVAL+1
         ANSX=    P * 0.5 * INPVAL
                  RETURN
¥List end.
A>
```

Figure-5.3.1　　BASIC コンパイラ CB-80で書いた〝SAMPLE〟プログラムのソース・ファイル.

このソース・プログラムをコンパイルし，ランタイム・ライブラリをリンクして実行するには，CB-80のパッケージの中から，最低限次の各ファイルが必要です．それらを STAT コマンドで次に示します．

```
A>B:STAT *.*↲

 Recs  Bytes  Ext Acc
   41     6k    1 R/W A:CB80.COM……コンパイラのルート・プログラム.
  106    14k    1 R/W A:CB80.OV1
  106    14k    1 R/W A:CB80.OV2  コンパイラのオーバレイ.
  125    16k    1 R/W A:CB80.OV3
  156    20k    2 R/W A:CB80.IRL……ランタイム・ライブラリ
   55     7k    1 R/W A:LK80.COM……リンク・ローダ.
    4     1k    1 R/W A:SAMPLE.BAS ……〝SAMPLE〟のソース・プログラム.
Bytes Remaining On A:  163k

A>
```

Figure-5.3.2　　CB-80のコンパイル→リンク→実行に必要な最低限の各ファイル.

では，コンパイラを実行します．ソース・ファイル名のエクステンションが〝BAS〟の場合は，〝BAS〟を省略できますが，〝BAS〟以外の場合は，フルネームでソース・ファイル名を指定します．

```
A>DIR SAMPLE.*↲ ……〝SAMPLE〟に関するファイルを調べる.

A: SAMPLE   BAS ……ソース・ファイルのみ存在している.

A>CB80 SAMPLE[S]↲ ……ソース・ファイル〝SAMPLE.BAS〟をコンパイル.
                    〝[S]〟により，RELファイル中にシンボル・ロケーション情報を含める.
--------------------------------------------------------
CB80 Version 1.3 Serial No. 072-0000 Copyright (c)
1981 Digital Research, Inc.  All rights reserved
--------------------------------------------------------
```

```
end of pass 1        コンパイラ実行中の各パスが表示され，リスト・ファイルがコンソールに出力される．
end of pass 2
    1:  005ch           ¥  CB-80 sample program for "Application CP/M"  ¥
    2:  005ch
    3:  005ch
    4:  005ch           INTEGER I,H,A
    5:  005ch
    6:  005ch                     ¥input message out
    7:  005ch           PRINT
    8:  005fh           PRINT     "1+2+3+....n = x"
    9:  0065h INP.MSGOUT:
   10:  0065h           INPUT     "input n (n = 1...250)    -->" ; INPVAL
   11:  0076h           IF        (INPVAL<1) OR (INPVAL>250)                  ¥
   12:  0097h                               THEN     GOTO INP.MSGOUT
   13:  009ah
   14:  009ah                     ¥compute
   15:  009ah           GOSUB     CALC.SUB
   16:  009dh
   17:  009dh                     ¥out result
   18:  009dh           PRINT
   19:  00a0h           PRINT     "1+2+3+...." ; INPVAL ; "= " ; ANSX
   20:  00beh
   21:  00beh                     STOP     ¥program run end
   22:  00beh
   23:  00c1h
   24:  00c1h                     ¥calc subroutine
   25:  00c1h CALC.SUB:
   26:  00c1h           P=        INPVAL+1
   27:  00d3h           ANSX=     P * 0.5 * INPVAL
   28:  00e8h                     RETURN
   29:  00ech
   30:  00ech ¥List end.
end of compilation
no errors detected
code area size:     236        00ech
data area size:     24         0018h
common area size:   0          0000h
symbol table space remaining: 16423

A>コンパイル成功．エラーなし．
```

Figure-5.3.3　　CB-80によるコンパイラの実行．

次はコンパイルにより生成されたリロケータブル・オブジェクト・ファイル〝SAMPLE．REL〞と，ランタイム・ライブラリ〝CB-80．IRL〞とのリンクを行います．必要ならば，他の言語や，アセンブラからのリロケータブル・オブジェクトとのリンクも自由に行うことができます．

```
A>DIR SAMPLE.* ↲ ……コンパイルにより生成されたファイルの確認．

A: SAMPLE    BAS : SAMPLE    REL
     ソース・ファイル    リロケータブル・オブジェクト・ファイル．

A>LK80 SAMPLE ↲ ……リンク・ローダの実行．〝SAMPLE.REL〞と〝CB80.IRL〞をリンクする．
```

```
------------------------------------------------------
LK80 VERSION 1.3 SERIAL NO. 07245678 COPYRIGHT (C)
1982 DIGITAL RESEARCH, INC.  ALL RIGHTS RESERVED
------------------------------------------------------
CODE SIZE:        1680 (0100-177F)
COMMON SIZE:      0000
DATA SIZE:        01AC (1780-192B)
SYMBOL TABLE SPACE REMAINING:    75D9


A>DIR SAMPLE.* ↵ ……生成されたファイルの確認.

A: SAMPLE   BAS : SAMPLE   REL : SAMPLE   SYM : SAMPLE   COM
                                  シンボル・ロケーション・ファイル  実行可能な純マシン・コード・ファイル.

A>B:STAT SAMPLE.COM ↵ ……"SAMPLE.COM"の容量を調べる.

 RECS  BYTES  EXT ACC
   45     6K    1 R/W A:SAMPLE.COM ……6Kバイト長である.
BYTES REMAINING ON A: 152K

A>
```

Figure-5.3.4　"SAMPLE" ファイルの確認と，ランタイム・ライブラリとのリンク．

以上の手順で，実行可能なオブジェクト・ファイル "SAMPLE．COM" ができ上りました．では，このプログラムを実行してみましょう．

```
A>SAMPLE ↵    "SAMPLE"プログラムの実行.

1+2+3+....n = x
input n (n = 1...250)    --> 500 ↵ ……251以上で入力エラー.
input n (n = 1...250)    --> 250 ↵ ……今回は正しい入力値.

1+2+3+.... 250 =  31375 ……入力値と答えが表示されている.

A>
```

Figure-5.3.5　BASIC コンパイラ CB-80で作成された "SAMPLE" プログラムの実行．

参考までに，リンク・ローダの実行で生成されたシンボル・ロケーション・ファイルをタイプアウトして示します．この "SYM" ファイルは，デバッガの SID や ZSID（3．1章参照）のシンボル入力用ファイルとして使用できます．

```
A>TYPE SAMPLE.SYM ↲ ……シンボル・ロケーション・ファイルのタイプアウト.

16E8 INP.MS      1914 INPVAL      1744 CALC.S      191C ANSX
1924 P

A>
```

Figure-5.3.6　リンク・ローダの実行により生成されたシンボル・ロケーション・ファイルをタイプアウト.

参考までに，PC-8801上のN-BASICとPC-8801上のCP/MでのCB-80とを，簡単なプログラムを使って処理速度の比較を行ってみました.

プログラムは，変数Pを1から100まで変化させ，その2乗を求めて変数Xとし，それを何回か繰り返し，PとXを刻々とスクリーンに表示させる，という簡単なものです.

全く同一内容のこのプログラムをN-BASICとCB-80とで，実行したものを次に示します.

```
load "bench"↲ ……N-BASICでの"bench"プログラムをロード.
Ok
list↲ ……プログラムをリストアウト.
10 DEFINT P,L,Y,X
20 PRINT TIME$:PRINT
30 FOR P=1 TO 100                                  CB-80と全く同一のプログラム.
40 FOR L=1 TO 100:Y=P/2:X=(Y+Y)*P:NEXT L           ただしインタープリタでの実行スピード向上の
50 PRINT P;X;CHR$(&HD);                            ために，マルチ・ステートメントなどの配慮がし
60 NEXT P        復帰のみ行う.                      てある.
70 PRINT:PRINT TIME$
80 END
Ok
run↲ ……………実行.（PC-8801のN-BASICによる）
00:00:22 ……プログラムのスタート時刻.

 100   10000 …次々と変化するPとXの値.   所要時間2分05秒
00:02:27 ……プログラムの終了時刻.
Ok
```

Figure-5.3.7　PC-8801のN-BASICでの実行.

```
A>TYPE BENCH.BAS↲ ……CB-80での"BENCH"プログラムのソース・ファイルをタイプアウト.

        INTEGER P,L,Y,X

        PRINT   CHR$(1BH) ; "A" ……NECのCP/Mでの時刻表示のエスケープ・シーケンス.
        PRINT

        P=0 : L=0 : X=0
```

```
                FOR     P=1 TO 100
                        FOR     L=1 TO 100
                                        Y=P/2
                                        X=(Y+Y)*P       ¥SAME AS (↑
                        NEXT    L
                        PRINT   P ; X ; CHR$(0DH) ;
                NEXT    P               復帰のみ行う
        PRINT
        PRINT
        PRINT   CHR$(1BH) ; "A" ……前出.

        STOP

A>
```

Figure-5.3.8　CB-80のソース・ファイル.

```
A>BENCH↲ ……CB-80でコンパイルした"BENCH"プログラムの実行.

00:11:32        ……プログラムのスタート時刻.

 100  10000 ……次々と変化するPとXの値.        所要時間6秒
                                             (N-BASICの約21倍)
00:11:38        ……プログラムの終了時刻.

00:11:38 ……CP/Mのリブートによる時刻表示.
A>
```

Figure-5.3.9　PC-8801＋NEC CP／M での CB-80の実行.

CB-80の，その他の多くの機能の紹介は省略します.

5.4 PASCAL

5.4.1 PASCALについて

PASCAL は，1968～1970年に，チューリッヒの Niklaus Wirth によってスイスで作られました. PASCAL という名は，フランスの数学者，Blaise Pascal（1623～1662）の名をとったもので，他の多くの言語のように，語の頭文字を綴ったものではありません.

最初の PASCAL コンパイラは，1970年に Control Data 社の大型マシン6600システムにおいて実用化されています.

PASCAL は，本章の5.10に取り上げた ALGOL 60 がその母体であると言われ，文法などよく似ています（互いのソース・プログラムを比較参照してみて下さい）. PL／I や COBOL のような煩雑

さがなく，BASIC や FORTRAN の欠点であるストラクチャード・プログラミング という点での不足を補った，最も学習しやすく使いやすい言語の１つです．

5.4.2 Digital Research社 Pascal／MT＋について

（Pascal／MT＋は，MT Microsystem 社の製品であるが，同社は1981年秋に，Digital Research 社と合併した）

Pascal／MT＋は，コンパイラやエディタなどの言語システム，それにビジネス・パッケージなどのデータ処理用のアプリケーションを書いたり，一方，計測システムや通信関係のリアル・タイム処理用アプリケーションを書いたり，それら双方の目的に使用できるコンパイラです．

Pascal／MT＋は，ISO 標準（DPS／7185）のスーパーセット（ISO 標準を満足して，さらに拡張機能がある）であり，ROM 化も可能な純マシン・コードを出力します．よって，ユーザーにとってはあまり意味のないＰコードを出力する PASCAL コンパラなどより，実行速度が５～10倍高速になります．

ISO 標準の拡張としては，モジュラー・コンパイル，255文字までの文字列操作，アセンブリ言語とのリンク，アドレスおよびサイズの関数，割り込み処理などがあります．

また，I／O ポートのコントロールが可能であり，かつ CP／M の BDOS を利用しないマシン・コードを生成することができ，ROM 化が可能なので，制御用プログラムとして機器に組み込むことができます．

また，開発ツールとして，コンパイラ，リンカ，シンボリック・デバッガ，逆アセンブラが含まれており，開発環境が非常に良い PASCAL システムであると言えます．

5.4.3 Pascal／MT＋による「SAMPLE」プログラムの作成

まず，そのソース・プログラムを次に示します．

```
A>TYPE SAMPLE.SRC

        (*  Pascal/MT+  sample program for "Application CP/M"  *)

program sample;                                    (* program name *)

var  n, numb, temp: integer;                       (* variable declaration *)

begin
   writeln;                                        (* print title *)
   writeln ('1+2+3+....n = x');
   repeat
      write ('input n (n = 1...250)   -->');       (* print prompt message *)
      read (n)                                     (* input n *)
   until (n > 0) and (n <= 250);                   (* range check *)
   writeln;
```

ファイル名のエクステンションは何でもよいが，"SRC"がデフォールト名である．

（*～*）あるいは{～}の間がコメントとなる．

内容の説明はこれらのコメントを参照．

```
    numb := n;  temp := n;                    (* compute summation *)
    while numb > 1 do
       begin
          numb := numb - 1;
          temp := temp + numb
       end;

    writeln ('1+2+3+....', n, ' = ', temp)    (* print result *)
end. ······ "."を忘れないように.

    このプログラムは小文字で書いてあるが,大文字で書いても構わない(しかし小文字の方が美しい).
A>
```

Figure-5.4.1　Pascal／MT＋で書いた「SAMPLE」プログラムのソース・ファイル．

ソース・ファイル名のエクステンションは何でも構いませんが，〝SRC〞がデフォールト名となっているので，〝SRC〞としておけば，コンパイルやリンクなどの実行時のコマンド・ラインで省略ができて便利です．

次に，Pascal／MT＋のパッケージの中から，〝SAMPLE〞プログラムをコンパイル→リンク→実行するのに必要な最低限の各ファイルを，STAT コマンドで示しておきます．

```
A>B:STAT *.*↲

 Recs  Bytes  Ext Acc
  278    35k    3 R/W A:MTPLUS.COM ····コンパイラのルート・プログラム.
  100    13k    1 R/W A:MTPLUS.000
   84    11k    1 R/W A:MTPLUS.001
   55     7k    1 R/W A:MTPLUS.002  コンパイラのオーバレイ.
   59     8k    1 R/W A:MTPLUS.003
  136    17k    2 R/W A:MTPLUS.004
   61     8k    1 R/W A:MTPLUS.005
   46     6k    1 R/W A:MTPLUS.006 ·····デバッガ用のルーチンの1つ. ここでは特に必要ではない.
   90    12k    1 R/W A:LINKMT.COM ·····リンク・ローダ.
  190    24k    2 R/W A:PASLIB.ERL ·····ランタイム・ライブラリ.
    7     1k    1 R/W A:SAMPLE.SRC ·····「SAMPLE」のソース・ファイル.
  145    19k    2 R/W A:DIS8080.COM ·····逆アセンブラ. ここでは特に必要ではない.
Bytes Remaining On A:  80k

A>
```

Figure-5.4.2　Pascal／MT＋のコンパイル，リンクに必要な最低限の各ファイル．

では，ソース・ファイル〝SAMPLE. SRC〞のコンパイルから始めます．コンパイラの実行と，生成されたファイルの確認の実行例を次に示します．

```
A>DIR SAMPLE.* ↲ ……"SAMPLE"ファイルの確認.

A: SAMPLE    SRC ……最初はソース・ファイルのみ存在.


A>MTPLUS SAMPLE $XPA ↲ ……コンパイラの実行.スイッチ"$XPA"は,逆アセンブラのための
                          オブジェクト・コードと,リスト・ファイルを生成することを指示している.
Pascal/MT+          Release 5.5
(c) 1981 MT MicroSYSTEMS, Inc.

Disassembler records enabled
PRN file routed to disk: A
CP/M-80 version
+
Source lines:     25
Symbol Table Initialization
Available Memory:  6109
User Table Space:  2113
V5.5 Phase 1

Remaining Memory:  2085
V5.5 Phase 2
SAMPLE

Lines :       25
Errors:        0
Code  :      283
Data  :        6
Pascal/MT+ 5.5 Compilation Complete

コンパイル成功.エラーなし.
A>DIR SAMPLE.* ↲ ……生成されたファイルの確認.

A: SAMPLE    SRC : SAMPLE    PRN : SAMPLE    ERL
     ソース・ファイル     リスト・ファイル   リロケータブル・オブジェクト・ファイル
A>
```

Figure-5.4.3　Pascal／MT＋のコンパラの実行と生成されたファイルの確認.

コンパイルは成功して，〝SAMPLE．ERL〞（ERL＝Extended ReLocatable object code）が生成されています．〝ERL〞ファイルは，マイクロソフト社の〝REL〞ファイルの上位コンパチブルのリロケータブル・オブジェクト・ファイルで，Pascal／MT＋で使用する逆アセンブラやデバッガのための情報まで含んでいます．

次の作業は，〝SAMPLE. ERL〞と〝PASLIB. ERL〞をリンクして，実行可能なオブジェクト・ファイルを生成するために，リンク・ローダを実行します．その実行例を次に示します．

```
A>LINKMT SAMPLE,PASLIB/S/W ↲   リンク・ローダの実行.スイッチ"/S"は,必要なライブラリのみを選択する
                               指示,"/W"はSIDやZSIDのための"SYM"ファイルを生成する指示.
Link/MT+ Release 5.5

Processing file-   SAMPLE   .ERL
```

```
Processing file-   PASLIB  .ERL

Undefined Symbols:

No Undefined Symbols

0051 (decimal) records written to .COM file

Total Data: 03C9H bytes
Total Code: 193AH bytes
Remaining : 5DB8H bytes

Link/MT+ Release 5.5 processing completed
リンク成功.
A>DIR SAMPLE.*↲ ……生成されたファイルの確認.

A: SAMPLE   SRC : SAMPLE   PRN : SAMPLE   ERL : SAMPLE   SYM
A: SAMPLE   COM                          SID・ZSID用のシンボル・テーブル・ファイル.
 実行可能な純マシン・コードファイル.

A>B:STAT SAMPLE.COM ↲ ……"SAMPLE.COM"のファイル容量を調べる.

 Recs  Bytes  Ext Acc
   51     7k    1 R/W A:SAMPLE.COM ……7Kバイト長である.
Bytes Remaining On A: 67k

A>
```

Figure-5.4.4　リンク・ローダの実行．実行可能なオブジェクト・ファイルを生成する．

リンクも成功して，純マシン・コードの"COM"ファイルが生成されました．同時に，スイッチ"／W"により，SID，ZSID（シンボリック・インストラクション・デバッガ．3.1章参照）に入力するシンボル・テーブル・ファイルも生成されています．

```
A>TYPE SAMPLE.SYM ↲ ……シンボル・テーブル・ファイルをタイプアウトする.

199E MOVERI     1981 MOVELE     19C0 FILLCH     1239 IORESU
1981 MOVE       1247 RESULTI    0C2B GET        0D54 PUT
1A38 SYSMEM     02BF INPUT      0382 OUTPUT     021F N
021D NUMB       021B TEMP

A>
```

Figure-5.4.5　生成された，SID，ZSID 用の "SYM" ファイルのタイプアウト．

では，でき上ったサンプル・プログラムを実行してみましょう．

```
A>SAMPLE ↲ ……"SAMPLE"プログラムの実行.

1+2+3+....n = x
input n (n = 1...250)    -->400↲ ……251以上の入力値エラー.
input n (n = 1...250)    -->150↲ ……今回は正しい値.

1+2+3+....150 = 11325 ……入力値と答えが出力されている.

A>
```

Figure-5.4.6　Pascal／MT＋で作成された〝SAMPLE〞プログラムの実行.

参考までに，Pascal／MT＋の多くの機能の内の１つである〝逆アセンブラ〞を実行してみましょう．このユーティリティ・プログラムは，コンパイルにより生成された〝ERL〞と〝PRN〞ファイルから，アセンブリ言語のソース・プログラムを作成します.

Figure-5.4.7　pascal／MT＋のユーティリティ・プログラムの１つ〝逆アセンブラ〞の実行.

作成されたアセンブリ言語のソース・プログラム〝DISASM．LST〞の一部を次にタイプアウトして示します.

```
A>TYPE DISASM.LST ↲

Pascal/MT+  Release 5.5  Copyright (c) 1981 by MT MicroSYSTEMS  Page #   1
Disassembly of: SAMPLE

Stmt  Nest    Source Statement / Symbolic Object Code

       TEMP     EQU      0000
       NUMB     EQU      0002
       N        EQU      0004
   1     0             (*  Pascal/MT+  sample program for "Application CP/M"  *)
   2     0
```

```
   3     0
   4     0    program sample;                                  (* program name *)

0000            DB      00,00,00,00,00,00,00,00
0008            DB      00,00,00,00,00,00,00,00
0010            JMP     0000

   5     0
   6     0    var   n, numb, temp: integer;                    (* variable declaration *)
   7     1
   8     1    begin

0013            LHLD    0006
0016            SPHL
0017            CALL    0000
                        .
                        .
                        .
0112            CALL    00FC'

  25     1    end.

0115            CALL    00A7'
0118            CALL    0000

External reference chain @WIN    --> 0113
External reference chain @RIN    --> 007F
External reference chain @CRL    --> 0116
External reference chain @GTI    --> 00BE
External reference chain @LEI    --> 0095
External reference chain @SFB    --> 00DE
External reference chain @DWD    --> 0110
External reference chain @INI    --> 0018
External reference chain @WRS    --> 0109
External reference chain @HLT    --> 0119
External reference chain OUTPUT  --> 00DA
External reference chain INPUT   --> 0078

A>
```

Figure-5.4.8　〝逆アセンブラ〞で作成された，アセンブリ・ソース・プログラムのタイプアウトの一部．

Pascal／MT＋の，その他の多くの機能の紹介は省略します．

5.5 PL／I

5.5.1 PL／Iについて

PL／I（Programming Language One）は，1965年に IBM から，まずその仕様書 System 360 Operating System PL／I Language Specification が一般に公表されました．

1966年には，その仕様に基づき，最初のコンパイラがイギリスの IBM Hursleay 研究所で作られ，以後，何度か機能の拡張が行われ今日に至っています．

PL／Iは，それが計画された当初の目的通り，COBOL の持つ事務処理能力と FORTRAN や ALGOL

の持つ数学的な処理能力を合わせ持ち，かつ，アセンブラ・レベルの処理をも可能にした，非常に広い分野に適合できるプログラミング言語です．PL／Iは，構造化プログラミング言語であり，そのプログラムは，読み易くて書き易いという特徴があり，今日のプログラミング言語の中でも重要な位置を占めています．

5.5.2 Digital Research社 PL／I-80について

PL／I-80は，CP／Mの開発者でデジタルリサーチ社の社長であるDr. Gary Kildall自らが，情熱を持って作りあげたコンパイラです．

PL／Iは非常に大きなシステムであり，ミニコンピュータにとっても大き過ぎ，そのフルセットは実現が困難です．よって，ANSIは，PL／IサブセットGを設定しており，DEC，Data General, Wangなどのミニコンピュータでは，この仕様に準拠したPL／Iを提供しています．当PL／I-80も同じくサブセットGに準拠しており，これは他のサブセットGおよびフルセットのPL／Iに対して，アッパー・コンパチブルです．

PL／I-80の特徴を列記すると，

- 事務計算のための15桁10進計算．高速な科学技術計算のための固定および浮動2進データ形式，それに配列とポインタ変数．
- 文字列とビット列操作．
- シーケンシャルおよびランダム・ファイルをサポート．
- LINKによるオーバレイ．

などがサポートされており，コンパイルにより，マイクロソフト・フォーマットのリロケータブル・オブジェクト・モジュールを生成します．よって，他の言語で作られたライブラリ・モジュールとの結合が可能です．

4.2章で取り上げた8080→8086トランスレータ“XLT86”は，このPL／I-80によって書かれています．

5.5.3 PL／I-80による「SAMPLE」プログラムの作成

まず，PL／I-80による“SAMPLE”プログラムのソース・ファイルを示します．ファイル名のエクステンションは，必ず“PLI”でなければなりません．

```
A>TYPE SAMPLE.PLI   ……ソース・ファイル名のエクステンションは“PLI”でなければならない．

/*  PL/I-80 sample program for "Application CP/M"  */
                    ／*～*／の間がコメントとなる．
sample:  …このプログラムを“sample”とする．
```

```
        proc options(main); ……プログラムの開始.
        dcl                                                    } 各変数の定義.
                (n,numb) fixed decimal(4),    ……4桁の10進固定小数点.
                temp fixed decimal(6);        ……6桁の10進固定小数点.

        /* title out */
                put skip list('1+2+3+....n = x'); ……復帰・改行とタイトルの出力.
                put skip; ……復帰・改行.

        /* input message out and key input */
        keyinp:
                put list('input n (n = 1...250)    -->'); ……入力メッセージ出力.
                get list (n); ……数値の入力.

                if (n<1) ! (n>250)
                        then go to keyinp;  } 入力値の判定.
                        else
        /* compute */
                temp = 0;
                        do numb = 1 to n;     } nまでの総和の計算.
                        temp = temp + numb;
                end;

        /* answer out */
                put skip list('1+2+3+....',n,'=',temp); ……答えの出力.

end sample;

A>
```

Figure-5.5.1　PL／I-80 による "SAMPLE" プログラムのソース・ファイル.

次に，PL／I-80 のパッケージの中から，"SAMPLE"プログラムを開発するのに最低限必要な各ファイルを示しておきます.

```
A>B:STAT *.*↲

  Recs  Bytes  Ext Acc
    60     8k    1 R/W A:PLI.COM ……PL／Iコンパイラのルート・プログラム.
   142    18k    2 R/W A:PLI0.OVL
   254    32k    2 R/W A:PLI1.OVL } コンパイラのオーバレイ.
   247    31k    2 R/W A:PLI2.OVL
   122    16k    1 R/W A:LINK.COM ……リンク・ローダ.
   347    44k    3 R/W A:PLILIB.IRL ……ランタイム・ライブラリ.
     5     1k    1 R/W A:SAMPLE.PLI ……"SAMPLE"プログラムのソース・ファイル.
 Bytes Remaining On A:  91k

 A>
```

Figure-5.5.2　PL／I-80 による "SAMPLE" プログラムの開発に，最低限必要な各ファイル.

では，コンパイルの作業から始めます．コンパイラの実行と生成されたファイルの確認の実行例を次に示します.

```
A>DIR SAMPLE.*↲ ……最初の"SAMPLE"ファイルの確認.

A: SAMPLE    PLI ……ソース・ファイルのみ存在.

A>PLI SAMPLE $DI↲ ……コンパイラの実行.アセンブリ・ソース・コードに展開した"PRN"ファイルを
                    ディスクにセーブするためのスイッチ($DI)を付けた.
   NO ERROR(S) IN PASS 1

   NO ERROR(S) IN PASS 2
コンパイル成功. エラーなし.

A>DIR SAMPLE.*↲ ……生成されたファイルの確認.

A: SAMPLE    PLI : SAMPLE    PRN : SAMPLE    REL
 ソース・ファイル    生成された        生成された
A>                 リスト・ファイル   リロケータブル・オブジェクト・ファイル
```

Figure-5.5.3　PL／I-80 によるコンパイラの実行と生成されたファイルの確認.

コンパイルは成功して，"REL"リロケータブル・オブジェクト・コードと，コンパイル時のコマンド・ラインに付けた"$DI"スイッチにより，アセンブリ言語に展開された"PRN"ファイルが生成されました.

次は，リンク・ローダで，"SAMPLE．REL"に，各種ランタイム・ライブラリ（PLILIB．IRL）をリンクして，実行可能な1本のファイルにする作業です．ここで使用するリンク・ローダは，PL／I-80のパッケージに含まれている，デジタルリサーチ社のリンク・ローダです．その実行例を次に示します.

```
A>LINK SAMPLE ↲    リンク・ローダの実行.

LINK 1.3

PLILIB   RQST   SAMPLE   0100   /SYSIN/   1EE3   /SYSPRI/  1F08 ……シンボル・テーブル
                                                                   が出力される.
ABSOLUTE      0000
CODE SIZE     1D8A (0100-1E89)
DATA SIZE     0222 (1F5E-217F)
COMMON SIZE   00D4 (1E8A-1F5D)
USE FACTOR      E0
リンク成功.

A>DIR SAMPLE.*↲ ……生成されたファイルの確認.

A: SAMPLE    PLI : SAMPLE    PRN : SAMPLE    REL : SAMPLE    COM
A: SAMPLE    SYM                                 生成された実行可能な
   生成されたシンボル・                           純マシン・コード・ファイル.
   テーブル・ファイル
A>B:STAT SAMPLE.COM↲ ……"SAMPLE. COM"のファイルの容量を調べる.
```

```
 Recs  Bytes  Ext Acc
   65     9k    1 R/W A:SAMPLE.COM ……9Kバイト長である.
Bytes Remaining On A: 76k

A>
```

Figure-5.5.4　コンパイルにより生成された〝SAMPLE. REL〟とランタイム・ライブラリとのリンク.

最終目的である実行可能な1本の純マシン・コードのオブジェクト・ファイルができ上りました. 同時に, SID や ZSID（3.1章参照）に入力可能なシンボル・テーブル・ファイルも作られています.

では, でき上った〝SAMPLE〟プログラムを実行してみましょう.

```
A>SAMPLE ↲ ……"SAMPLE"プログラムの実行.

1+2+3+....n = x
input n (n = 1...250)    -->300 ↲ ……入力値のエラー.
input n (n = 1...250)    -->200 ↲ ……今回は正しい値を入力.

1+2+3+....        200 =       20100 ……入力値と答えが出力された.
End of Execution ……PL/Iのシステムによる出力.
A>
```

Figure-5.5.5　PL／I-80 で作成された〝SAMPLE〟プログラムの実行.

次に参考までに, コンパイル時に生成されたリスト・ファイル〝SAMPLE．PRN〟の一部を示しておきます. PL／Iのソース・プログラムが, アセンブリ言語に展開されています.

```
A>TYPE SAMPLE.PRN ↲

PL/I-80 V1.3  COMPILATION OF: SAMPLE

D: Disk Print                        コンパイル時のDおよびIスイッチの機能の
I: Interlist Source and Code         説明文が出力されている.

   NO ERROR(S) IN PASS 1

   NO ERROR(S) IN PASS 2


PL/I-80 V1.3  COMPILATION OF: SAMPLE

   1   0000 /*  PL/I-80 sample program for "Application CP/M"   */
   2   0000
   3 a 0000 sample:
       0000       LXI  B,0200
       0003       CALL ?START
   4 a 0006     proc options(main);
   5 c 0006     dcl
```

```
     6 c 0006          (n,numb) fixed decimal(4),
     7 c 0006          temp fixed decimal(6);
     8 c 0006
     9 c 0006      /* title out */
    10 c 0006          put skip list('1+2+3+....n = x');
         0006        LXI  D,0252
         0009        LXI  B,0000
         000C        CALL ?SYSPR
                          .
                          .
                          .
                          .
         0154        MVI  A,09
         0156        MVI  B,00
         0158        CALL ?QDCOP
         015B        CALL ?PNVOP
         015E        CALL ?QIOOP
         011A        ==== 0161
    29 c 0161
    30 a 0161 end sample;
         0161        CALL ?STOPX

CODE SIZE = 0164
DATA AREA = 004C
FREE SYMS = 0289
END  COMPILATION

A>
```

Figure-5.5.6　コンパイル時に生成されたリスト・ファイルの一部をタイプアウト.

5.6 PL／M

5.6.1 PL／Mについて

PL／Mは，インテル社が1974年に発表した，8008および8080用のコンパイラであり，特にマイクロコンピュータのソフトウェアの開発に適するように，シンプルに作られたプログラミング言語です.

CP／M の開発者で，デジタルリサーチ社の社長である Dr. Gary Kildall も，当時インテル社のコンサルタントとして，PL／M の開発を行いました.

PL／M は，最初は FORTRAN で書かれ，その後アセンブラで書き直され，さらにその後，PL／M 自身によって書き直されて現在に至っています.

PL／M は，PL／I に似た構造化プログラミング言語であり，マイクロプロセッサのきめ細かなコントロールがアセンブラに近いレベルで可能なマイクロコンピュータ・システムに密着した高級言語です．システムの記述が可能で，マイクロコンピュータの機能を十分に活用できる高級言語は，この PL／M と FORTH だけとも言われています．また，CP／M のいくつかの部分は，PL／M によって書かれています（version 2.0 になって，アセンブラで書き直された部分もあるが).

5.6.2 Systems Consultants社PLMXについて

PLMXは，インテル社のPL／Mとコンパチブルのプログラミング言語であり，PL／Mがインテル社のISIS-IIオペレーティング・システム専用であるのに対し，PLMXは，CP／M上のPL／Mと言っても良いでしょう．PLMXのマニュアルは，言語マニュアルが付属しておらず，そのユーザーズ・ガイドの中には，「PL／Mに関しては，インテル社の『PL／M-80 Programming Manual（ドキュメントNo.98-268B）を参照してくれ」と書かれているのがおもしろいところです．

PLMXコンパイラは，PL／Mのソース・ファイルをコンパイルして，アセンブリ言語のソース・ファイルを出力します．よって，当コンパイラは，PL／Mソース·ファイルからアセンブリ言語のソース・ファイルへの〝トランスレータ〞と言ってもよいでしょう．出力されたアセンブリ言語のソース・ファイルの形式は，マイクロソフト社のMACRO-80（3．3章参照）に準じており，もちろんそのままでアセンブルすることができますが，必要とあらば，そのソース・ファイルをエディタを使って，自由に書き替えて使用することもできます．

PLMXは，CP／M上で実行するプログラムを開発する場合に便利なように，CP／Mのシステム・コールとリンクした，ディスク・アクセスを含むI／Oユーティリティ・ライブラリを，エクスターナル（外部）・プロシジャとして用意しています．

5.6.3 PLMXによる「SAMPLE」プログラムの作成

まず，PL／Mによるソース・プログラムを示します．

```
A>TYPE SAMPLE.SRC   ……ファイル名のエクステンションは何でもよいが,
                        "SRC"がデフォールト名に指定されている.
/*  PLMX (PL/M) sample program for "Application CP/M"  */……/*～*/の間がコメントとなる.


sample:
do;
    declare  bufptr   address;        /* setting buffer */
    declare  status   address;
    declare  count    address;
    declare  buf1ptr  address;
    declare  temp     address;
    declare  numb     address;
    declare  mssg1(15)  byte  data ('1+2+3+....n = x');
    declare  mssg2(28)  byte  data ('INPUT n (n = 1...250)     -->');   各種データの定義.
    declare  mssg3(10)  byte  data ('1+2+3+....');
    declare  mssg4 (3)  byte  data (' = ');
    declare  crlf  (2)  byte  data (0dh,0ah);
    declare  buff1(10)  byte;
    declare  buff2(20)  address;

 /*  system call procedure  */
```

```
  read:
  procedure  (function, buffer, count, actual, status) external;
    declare  (function, buffer, count, actual, status) address;
  end read;

  write:
  procedure  (function, buffer, count, status) external;
    declare  (function, buffer, count, status) address;
  end write;
/*  PL/M library call procedure */
  numin:
  procedure  (buffer) address  external;
    declare  buffer   address;
  end numin;
  nmout:
  procedure  (value, base, lc, buffadr, width) external;
    declare  (value, buffadr)  address;
    declare  (base, lc, width) byte;
  end nmout;
/*  main routine   */

    call write (0, .crlf,  2,  .status);  /* print message */
    call write (0, .mssg1, 15, .status);
    call write (0, .crlf,  2,  .status);
    call write (0, .mssg2, 28, .status);
                                                 /*  read number */
    call read  (0, .buff1, 10, .count, .status); /*  read  */
       buf1ptr = .buff1;                         /*  set buffer pointer */
       numb = numin (.buf1ptr);                  /*  convert to binary  */

    do while numb > 250;
       call write (0, .mssg2, 28, .status);
       call read  (0, .buff1, 10, .count, .status);
          buf1ptr = .buff1;
          numb = numin (.buf1ptr);
    end;

    call write (0, .crlf,  2,  .status);
    call write (0, .crlf,  2,  .status);    /*  again       */
    call write (0, .mssg3, 10, .status);    /*  print message */
    call nmout (numb, 10,  ' ', .buff2, 4); /*  binary to ascii */
    call write (0, .buff2, 4, .status);     /*  write number    */
    call write (0, .mssg4, 3, .status);     /*  print '='  */

       temp = numb;                         /*  caliculate */
         do while numb >= 1;
            numb = numb - 1;
            temp = temp + numb;             /*  answer = temp */
         end;

    call nmout (temp,10,' ',.buff2(4), 7);  /*  binary to ascii */
    call write (0, .buff2(4), 7,.status);   /*  write on console */
    call write (0, .crlf, 2, .status);      /*  crlf at finish   */

end sample;

A>
```

行入力，行出力のライブラリを使用する手続き.

ASCII文字→16bitバイナリ変換のライブラリを使用する手続き.

16bitバイナリ→ASCII文字変換のライブラリを使用する手続き.

メインルーチン

Figure-5.6.1　PL／M による“SAMPLE”プログラムのソース・ファイル.

ソース・ファイル名のエクステンションは何でも構いませんが，〝SRC〞がデフォールトとして指定されていますので，〝SRC〞としておく方が何かと便利です．

次に，PLMXのパッケージの中から〝SAMPLE〞プログラムを作成するために必要な最低限の各ファイルを示しておきます．

```
A>B:STAT *.*

 Recs   Bytes   Ext  Acc
   52      7k     1  R/W  A:PLMX.COM    ……コンパイラのルート・プログラム.
  155     20k     2  R/O  A:CODA.PLM
  158     20k     2  R/O  A:FNLCG.PLM
  158     20k     2  R/O  A:PARSER.PLM
   41      6k     1  R/O  A:PLMLEX.PLM   コンパイラのオーバレイ.
   13      2k     1  R/O  A:IATABLE.FOR  (〝SAMPLE〞プログラムでは使用されないものもある.)
   85     11k     1  R/O  A:IETABLE.FOR
    5      1k     1  R/O  A:IHTABLE.FOR
   84     11k     1  R/W  A:L80.COM     ……リンク・ローダ.
  157     20k     2  R/W  A:M80.COM     ……マクロ・アセンブラ.
   53      7k     1  R/W  A:IOLIB.REL    各種ライブラリ・ファイル.
   29      4k     1  R/W  A:RLIB.REL
   22      3k     1  R/W  A:SAMPLE.SRC  ……〝SAMPLE〞のソース・ファイル.
Bytes Remaining On A:  109k

A>.
```

Figure-5.6.2 PLMXによる〝SAMPLE〞プログラム開発に必要な最低限のファイル．

では，コンパイルの作業から始めます．コンパイラの実行と生成されたファイルの確認の実行例を次に示します．

```
A>DIR SAMPLE.*   ……最初の〝SAMPLE〞ファイルの確認.

A: SAMPLE   SRC  ……ソース・ファイルのみ存在.

A>PLMX SAMPLE ; M+C+   ……コンパイラの実行．スイッチ〝M+〞は，当モジュールをメイン・
                          モジュールに指定する.〝C+〞は，コンパイル・リストをコンソールに出力させる.
PLMX COMPILER VERSION 2.4
COPYRIGHT (C) 1980, SYSTEMS CONSULTANTS, INC.
        TITLE SAMPL
        NAME ('SAMPL')
SAMPL::                          コンソールに出力されたコンパイル・リスト.
        EXTRN INIT@
PUBLIC AAAAB@,AAAAA@

AAAAA@:
        LXI H,$+6
        JMP INIT@
AAAAB@:
;
;/*  PLMX (PL/M) sample program for "Application CP/M"  */
;
```

```
                    .
                    .
T0033:
        DS 02H
        END AAAAA@
END OF COMPILATION
000 ERROR(S) DETECTED
```


```
A>DIR SAMPLE.*
```


```
A: SAMPLE   SRC : SAMPLE   MAC
A>
```


Figure-5.6.3　PLMX によるコンパイラの実行と生成されたファイルの確認．

ソース・ファイル〝SAMPLE．SRC〟のコンパイルは成功して，アセンブリ言語（マイクロソフト社の MACRO-80 形式）のソース・ファイルが生成されました．このことを「アセンブリ言語のソース・ファイルに展開された」とも表現します．

生成されたアセンブリ言語のソース・ファイル〝SAMPLE．MAC〟（〝MAC〟は，MACRO-80 のソース・ファイルに付けるエクステンション）を見てみましょう．その一部を次に示します．

```
A>TYPE SAMPLE.MAC        ……展開されたソース・ファイルをタイプアウト．

        TITLE SAMPL
        NAME ('SAMPL')
SAMPL::
        EXTRN INIT@
PUBLIC AAAAB@,AAAAA@

AAAAA@:
        LXI H,$+6
        JMP INIT@
AAAAB@:
;
;/*  PLMX (PL/M) sample program for "Application CP/M"   */
                        .
                        .
                        .
                        .
;    declare  (value, buffadr)  address;
;    declare  (base, lc, width) byte;
;  end nmout;
;
;/*  main routine   */
;
;    call write (0, .crlf,  2,  .status);  /* print message */
G0023:
G0020:
G001A:
G0013:
        LXI B,0H
        PUSH B
```

各種定義・宣言・手続きの部分．ここら辺のものはコメント扱いになっている．

メインルーチン部

```
        LXI B,A000F
        PUSH B
        LXI B,02H
        PUSH B
        LXI D,A0002
        POP B
        CALL WRITE
;
;    call write (0, .mssg1, 15, .status);
        LXI B,0H
        PUSH B
        LXI B,A0007
        PUSH B
        LXI B,0FH
        PUSH B
        LXI D,A0002
        POP B
        CALL WRITE
;
;    call write (0, .crlf,  2,  .status);
        LXI B,0H
                   .
                   .
T002A:
        DS 02H
T002B:
        DS 01H
T0033:
        DS 02H
        END AAAAA@
```

Figure-5.6.4　コンパイルにより生成されたアセンブリ言語のソース・ファイルのタイプアウト．

このソース・ファイルは，このままでアセンブルすることができる状態のものですが，特にアセンブリ言語のレベルで手を入れたいことがあれば，エディタを使ってこのソース・ファイルを自由に書き替えることができます．

次は，このソース・ファイルのアセンブルです．このままのソース・ファイル〝SAMPLE．MAC〟をMACRO-80 を使ってアセンブルし，それによって生成されるファイルを確認する例を示します．

```
A>M80 SAMPLE,SAMPLE=SAMPLE ↲ ……MACRO-80によるアセンブルの実行.

No Fatal error(s)
アセンブル終了．エラーなし．

A>DIR SAMPLE.*↲ ……生成されたファイルの確認.

A: SAMPLE    SRC : SAMPLE    MAC : SAMPLE    PRN : SAMPLE    REL
 PL/Mのソース・ファイル.  アセンブリ言語の   生成された       生成された
A>                       ソース・ファイル   リスト・ファイル  リロケータブル・オブジェクト・ファイル.
```

Figure-5.6.5　コンパイルにより生成されたアセンブリ・ソース・ファイルを，MACRO-80 によりアセンブルする．

アセンブルが終了し，リロケータブル・オブジェクト・ファイル（〝REL〟ファイル）とリスト・ファイル（〝PRN〟ファイル）が生成されています．

注）MACRO-80 と，LINK-80 については，3．3章で取り上げていますので参照して下さい．

いよいよ次は最終ステップのリンク作業です．

PL／M のソース・プログラムの前半部に，外部ライブラリ・ルーチンを使用するための手続き文がありますが，そのライブラリを含む2つのオブジェクト・ファイル〝RLIB．REL〟と〝IOLIB．REL〟を，メインルーチンの〝SAMPLE．REL〟にリンクします．

その実行例と生成されたファイルの確認を次に示します．

Figure-5.6.6　アセンブルにより生成されたメイン・モジュールとライブラリ・モジュールとのリンク．

最終目的である実行可能な純マシン・コードのファイルができ上りました．サイズは3Kバイトで，他の言語に比べるとかなりコンパクトであり，本章の中では，Rgy FORTH に次いで小さいものです．

では，でき上った〝SAMPLE〟プログラムを実行してみます．

```
A>SAMPLE ↲      …"SAMPLE"プログラムの実行.

1+2+3+....n = x
INPUT n (n = 1...250)     -->260 ↲ … 251以上の入力値エラー.
INPUT n (n = 1...250)     -->100 ↲   再度正しい値を入力.

1+2+3+.... 100 =     5050 … 入力値と答えが出力されている.

A>
```

Figure-5.6.7　PLMX（PL／M）で作成された "SAMPLE" プログラムの実行例.

参考までに，MACRO-80 でのアセンブル時に生成された，リスト・ファイル "SAMPLE．PRN" をタイプアウトして，その一部を示しておきます.

```
A>TYPE SAMPLE.PRN ↲    アセンブルにより生成された"PRN"ファイルのタイプアウト.
SAMPL    MACRO-80 3.44    09-Dec-81        PAGE    1

          "'"は相対アドレスを表す.                 TITLE SAMPL
                                                   NAME ('SAMPL')
  0000'                                   SAMPL::
                                                   EXTRN INIT@
                                          PUBLIC AAAAB@,AAAAA@

  0000'                                   AAAAA@:
  0000'    21 0006'                                LXI H,$+6
  0003'    C3 0000*                                JMP INIT@
  0006'                                   AAAAB@:
                "*"は外部参照を表す.       ;
                                          ;/*  PLMX (PL/M) sample program for "Application CP/M"  */
                                          ;
                              .
                              .
                                          ;/*  main routine   */
                                          ;
                                          ;    call write (0, .crlf,  2,  .status);  /* print message */
  0006'                                   G0023:
  0006'                                   G0020:
  0006'                                   G001A:
  0006'                                   G0013:
  0006'    01 0000                                 LXI B,0H
  0009'    C5                                      PUSH B
  000A'    01 01D5'                                LXI B,A000F
  000D'    C5                                      PUSH B
  000E'    01 0002                                 LXI B,02H
  0011'    C5                                      PUSH B
  0012'    11 0002"                                LXI D,A0002
  0015'    C1                                      POP B
  0016'    CD 0000*                                CALL WRITE
                                          ;
                                          ;    call write (0, .mssg1, 15, .status);
  0019'    01 0000                                 LXI B,0H
A>
```

Figure-5.6.8　M80 によるアセンブルで生成された PRN ファイルのタイプアウト.

PLMX の，その他の多くの機能の紹介は省略します.

5.7 C

5.7.1 Cについて

Cは，1971年に稼動を始めたUNIXオペレーティング・システムで使用するメインの言語として開発されました．

〝UNIX〟というのは，ベル研究所のDennis Ritchieらによって設計され，当初は，DECのPDP-11上にインプリメントされたOSであり，これからの16ビット，32ビットコンピュータの共通OSの1つとして，注目され広まりつつあります（注：UNIXは，CP／MやMS-DOSの延長線に位置するものではなく，明らかに使用環境が異なるものであり，両者を比較するのは意味がありません）．

〝C〟は，1970年にK. Thompsonによって開発された〝B〟言語と関係が深く，〝C〟という名も〝next B〟という意味あいで付けられたと言われています．

UNIXは，1971年当初はアセンブラで書かれていましたが，1973年に全面的に自分自身の〝C〟によって書き直されています．

Cが使われた身近な例では，多くのパーソナル・コンピュータに採用されているおなじみのマイクロソフトBASICが，アセンブラ記述であったものを現在，Cによって書き直されていると聞いています．また，同社の世界最高レベルの簡易言語〝Multiplan〟はCで書かれています．

これらの事実からも分かるように，Cはシステムを記述したり，言語を記述したり，事務用プログラムを記述したりすることができる言語であり，さらに，アセンブラに近い記述をすることも可能であるため，非常に幅広い分野で利用することができます．

C言語の特徴の1つに，ソース・プログラムをトップ・ダウン（上から順に，メインルーチン→サブルーチン→サブルーチンのサブルーチン→そのまたサブルーチン→……という具合に書きおろしていくこと）で記述できることも挙げられます．

5.7.2 BD Software社 C Compilerについて

現在，入手が可能なC言語は，Whitesmiths社のものと，Super Soft社のものと，それにこのBD Software社のものが一般的ですが，3者の中では，このBDS社のものが何と言っても使い易いので取り上げてみました．

BDS社のCコンパイラを構成している主要なモジュールは，

CC1．COM ……フェーズ1の段階のコンパイラ．シンボル・テーブルとエンコードされたソース・コードを生成し，メモリ上あるいはディスク上に置く，コンパイル・エラーがなければ自動的にCC2に進む．

CC2．COM ……フェーズ2のコンパイラ．CC1で生成された〝CC1〟ファイルを入力して，〝CRL〟(C ReLocatable)ファイルを生成，リロケータブルのオブジェクト・ファイルができ上る．

CLINK．COM… 〝CRL〟ファイルとC．CCC（コモン・システム・サブルーチン）ファイルをリンクし，実行可能な〝COM〟ファイルを生成する．

CLIB．COM……CC2で生成された〝CRL〟ファイルに対して，それに含まれる各種ファンクションを，〝CRL〟ファイル間相互で移動などの操作を行うライブラリアン(後述)．

C．CCC…………ランタイムの基本ファイル．コマンド・ライン処理，ファイル入出力バッファや，多くのサブルーチンなどで構成されている．CC2で生成された〝CRL〟ファイルとリンクされ，独立して実行可能な〝COM〟ファイルに組み込まれる．

DEFF．CRL……標準的な各種ライブラリ．CLINKによって，メイン〝CRL〟ファイルに組み込まれる．

以上の4つの〝COM〟ファイルと，標準ライブラリそれにラン・タイム・モジュールがあり，その他には，標準ライブラリなどのソース・ファイル，各種ユーティリティやゲームなどのソース・ファイルが含まれています．

BDSのCコンパイラの出力は，Super Soft社のCコンパイラのように，アセンブリ言語のソース・コードではないので，コンパイル後，生成されたアセンブリ言語のソース・コードに手を入れて，細かな操作をするという訳には行きません．

しかし，その反面，大変使い易く，C言語を学びながら実務にも応用しようとする人には最適ではないかと思います．

このC言語は，UNIX上のCを基に，重要でない機能を省き，マイクロコンピュータ上のCとして構成された，UNIX Cのサブセット・レベルのものです．

5.7.3 BDS Cによる「SAMPLE」プログラムの作成

まず，Cによる〝SAMPLE〟プログラムのソース・ファイルを示します．ファイル名のエクステンションは，必ず〝C〟でなければなりません．

```
A>TYPE SAMPLE.C  ……C言語のソース・プログラムをタイプアウト．エクステンションは必ず"C"とする．

/*  BD Software C Compiler sample program for "Application CP/M"  */
                    /*～*/の間がコメントとなる．
```

```
main()                              /* main routine */
{
  int i,num,temp;

  printf ("¥n1+2+3+....n = x");/* print msg     */
  printf ("¥ninput n (n = 1...250)   -->");

      num = getnumber();          /* get number    */

  while (num > 250)   {
      printf("input n (n = 1...250)   -->");
      num = getnumber(); }

  printf ("¥n1+2+3+....");        /* print msg     */
  printf ("%3d",num);             /* print number */
  printf (" = ");

      temp=num;                   /* caliculate    */
      while (--num) {
         temp = temp+num;   }

  printf ("%6d",temp);            /* print answer */
  printf ("¥n");                  /* cr on screen */
}


getnumber()                         /* get number subroutine */
{
  int   p,nmb;
  char  numb,s[5];

    p = 0;
    while (numb !='¥n') {         /* looking 'cr' */
      numb = getchar();
      s[p] = numb;                /* save in buffer */
      ++p;      }                 /* increment buff pointer */

    p = 0;                        /* convert to integer number */
    nmb = 0;
    while (s[p] !='¥n' && s[p] >='0' || s[p] <= '9' ) {
      nmb = 10 * nmb + s[p] - '0';
      ++p; }

  return (nmb);                   /* return with integer number */
}

A>
```

…"¥"記号は本来はバックスラッシュ"\"である．日本のプリンタでは"¥"になってしまう．¥nは改行を表す．

複数の文を{ }で囲むと1つのブロックにすることができる．

……このようにサブルーチンを，それが使われた後で定義することができる．

Figure-5.7.1　Cによる〝SAMPLE〟プログラムのソース・ファイル．

次に，BDSのCコンパイラのパッケージの中から，〝SAMPLE〟プログラムを作成するのに必要な最低限の各ファイルを示します．

```
A>B:STAT *.*↲

 Recs   Bytes   Ext Acc
   86     11k     1 R/O A:CC1.COM ……フェーズ1のコンパイラ.
   70      9k     1 R/O A:CC2.COM ……フェーズ2のコンパイラ.
   26      4k     1 R/W A:CLINK.COM リンク・ローダ.
   14      2k     1 R/W A:C.CCC ………基本ランタイム・モジュール.
   77     10k     1 R/W A:DEFF.CRL  標準ライブラリ.
   10      2k     1 R/W A:SAMPLE.C …"SAMPLE"のソース・プログラム.
Bytes Remaining On A: 203k

A>
```

Figure-5.7.2　BDS のCによる "SAMPLE" プログラムの開発に必要な最低限の各ファイル.

では，コンパイルの作業から始めます.

BDS のCは，実行可能な純マシン・コード・ファイルを作成するまでの手順が非常にシンプルであるのが特徴の１つです.

コンパイラの実行と，生成されたファイルの確認例を次に示します.

```
A>DIR SAMPLE.*↲ ……最初の"SAMPLE"ファイルの確認.

A: SAMPLE   C ……ソース・ファイルのみ存在.


A>CC1 SAMPLE.C↲ ……フェーズ1のコンパイラの実行.

BD Software C Compiler v1.43a (part I)
  25K unused ……フェーズ1のコンパイル完了.
BD Software C Compiler v1.43 (part II)……自動的にフェーズ2のコンパイラ(CC2.COM)
  20K to spare                            が起動し，実行される.
コンパイル成功．エラーなし.
A>DIR SAMPLE.*↲ ……生成されたファイルの確認.

A: SAMPLE   C   : SAMPLE   CRL
  ソース・ファイル   生成されたリロケータブル・オブジェクト・ファイル.
A>
```

Figure-5.7.3　BDS のCによるコンパイラの実行と生成されたファイルの確認.

"CC1．COM" によるフェーズ１のコンパイルが終了した時点で，自動的に "CC2．COM" によるフェーズ２のコンパイラが起動され実行されました(スイッチにより，別々に実行することも可能です).これにより，リロケータブルのオブジェクト・ファイル "SAMPLE．CRL" が生成されています.

次はリンク・ローダの実行です．"SAMPLE．CRL" に，"C．CCC" と "DEFF．CRL" をリンクします．その実行例を次に示します.

```
A>CLINK SAMPLE ↲ ……リンク・ローダの実行.〝SAMPLE″に,〝C.CCC″と〝DEFF.CRL″をリンクする.

BD Software C Linker   v1.43
Linkage complete
  32K left over
リンク完了.

A>DIR SAMPLE.* ↲ ……生成されたファイルを確認する.

A: SAMPLE   C   : SAMPLE   CRL : SAMPLE   COM
                                  生成された実行可能な
                                  純マシン・コード・ファイル
A>B:STAT SAMPLE.COM ↲ ……〝SAMPLE.COM″のファイル容量を調べる.

 Recs  Bytes  Ext Acc
   29     4k    1 R/W A:SAMPLE.COM ……4Kバイト長である.
Bytes Remaining On A: 30k

A>
```

Figure-5.7.4　リンク・ローダの実行.〝SAMPLE.CRL″に，ライブラリをリンクする.

以上の作業で，BDS のCによる実行可能な純マシン・コードのファイルができ上りました．ではその〝SAMPLE″プログラムを実行してみましょう．

```
A>SAMPLE ↲ ……〝SAMPLE″プログラムの実行.

1+2+3+....n = x
input n (n = 1...250)   -->350 ↲ ……251以上なので入力値エラー.
input n (n = 1...250)   -->200 ↲ ……今回は正しい値を入力.

1+2+3+....200 = 20100 ……入力値と答えが出力されている.

A>
```

Figure-5.7.5　BDS のCにより作成された〝SAMPLE″プログラムの実行.

BDS のCの，その他の多くの機能の紹介は省略します．

5.8 FORTH

5.8.1 FORTHについて

FORTH は，1969年に，米国バージニア州の国立電波天文台で，観測装置の自動化を行うための適当なプログラミング言語がなかったため，Charles H. Moore によって新たに開発された言語です．

Moore はその後, FORTH 社を設立し, ミニコンピュータやマイクロコンピュータ用の Poly FORTH などの製品を発表しています.

FORTH は, 本章で取り上げた他のコンパイラ言語とは, 文法やオブジェクト構造が大きく異なり, "ALGOL の流れをくむ"とか, "PL/I と PASCAL の中間的なもの"と言ったような表現ができる種類のものではありません.

FORTH は, スタック言語と言ってもよく, すべての数値処理はスタックに積むことにより行われます(スタックとは, アセンブリ言語の "PUSH", "POP" と同じ原理です). また, スタック言語であるため, その文法は必然的に逆ポーランド記法となっています("2＋3"を逆ポーランド記法では"2 3＋"となる).

FORTH の記述法は, 構造化プログラミングの最たるものであり, すべてがモジュール定義の形をとり, メインルーチン, サブルーチン, 関数, 演算子といった区別はありません.

FORTH は, システムが記述ができ, かつアセンブラに近い記述が可能で, 制御用プログラミングにも適した非常にオブジェクト効率のよいコンパイラとして注目されています.

5.8.2 Rgy FORTHについて

Rgy(リギー) FORTH は, Z80バージョンを「FZ80」, 8080バージョンを「F80」と呼んでいますが, ここではZ80バーションの FZ80を使用します.

Rgy FORTH は, 純国産のFORTH 言語であり, 現在入手可能な他の FORTH にはない, いくつかの特徴を持っています.

- FORTH 言語と言うより, FORTH 言語も記述できるアセンブラと言ってもよく, FORTH 言語を使わなければ, 全くのアセンブラとして動作する.
- 現時点では, おそらく最速の FORTH である.
- アドレス/オブジェクトを含んだ完全なコンパイル・リストを出力する.
- FORTH ワード中からのアセンブラ・プログラムの呼び出し, またはその逆の呼び出しを任意のタイミングで何回でも行うことが可能.
- 割り込み処理を FORTH レベルで記述できる.
- CP/M の DDT とコマンド・コンパチで, コンパイル後のオブジェクトを, シンボリックに対話形式でデバッグできるデバッガ, "FDT" が付属している.

など, この Rgy FORTH の開発者が従来の FORTH に満足せず, さらにマイクロ・プロセッサに密着した, アセンブラに替り得る高級言語をターゲットとしていることがよく表れています.

PL/M の項でも述べましたが, マイクロプロセッサに密着したプログラミング言語で, オブジェクトの小さいことや複雑な割り込み処理その他で, 現時点で PL/M に対抗できるのは, この Rgy FORTH

がその筆頭と言えるでしょう．

5.8.3 Rgy FORTHによる「SAMPLE」プログラムの作成

まず，Rgy FORTH による"SAMPLE"プログラムのソース・ファイルを示します．ファイル名のエクステンションは，必ず"F80"でなければなりません．

```
A>TYPE SAMPLE.F80  ……ファイル名のエクステンションは，必ず"F80"とする．

        ¥  Rgy FORTH sample progrem for "Application CP/M" ¥ ……"¥"は本来はバックスラッシュ，
                           "¥"からラインの終わりまではコメントとなる．  "＼"であるが，日本のプリンタ
                                                                       では"¥"となってしまう．
        TITLE   'SAMPLE PROGRAM'
        READLIB ……カーネル(核)とリンクする擬似命令．

: ?0-9  DUP 2FH > SWAP 3AH < FAND ; ……入力コードが0～9であるかをチェックするワード．

: ASCII-BIN                       ¥ENTRY  TOP:ASCII NIBL
                                  ¥EXIT   TOP:1/0(1=OK)
                                  ¥2ND:BINARY DATA
  DUP ?0-9                                             1桁10進ASCII→バイナリ変換のワード．
        IF '0' - ,1
        ELSE DROP, 0
        THEN ;

CONBUFF          DS      4 + 2

: STRING>NUMBER                   ¥EXIT   TOP:1/0
                                  ¥2ND:BINARY DATA
  (CONBUFF + 2) >R
  0
  BEGIN
    I B@ ASCII-BIN
        IF SWAP 10 * +
                R> 1+ >R                       ASCII文字列を10進文字として，
  REPEAT                                       これをバイナリ値に変換するワード．
  R> B@ 0= ……文字列の最後がCRであるかのチェック．
        IF 2DUP 0 > SWAP 251 < FAND
                IF 1
                ELSE DROP 0              1～250の範囲
                THEN                     かをチェック．
        ELSE DROP 0
        THEN ;

MSG_INPUT:
DB 'input n (n = 1...250)    -->%00'

: INPUT_NUMBER                    ¥EXIT   TOP:1/0
                                  ¥       2ND:BINARY DATA
  BEGIN
    PRCRLF , MSG_INPUT PRS ……CR／LFとメッセージの出力．
    4 CONBUFF RD_CONBUFF ……コンソールから1桁入力．        BASIC言語での「INPUT」に
        IF STRING>NUMBER                                  相当するワード．
        ELSE 0
        THEN
  UNTIL ;
```

```
: PRD+                                  ¥ENTRY   TOP:BIN DATA

¥ PRINT DECIMAL NUMBER WITH NO SPACE ¥
  BIN-DEC
  DECBUFF
  BEGIN
    DUP B@ 20H =
        IF 1+
  REPEAT
  PRS ;

: CALCULATE_1+2+3+....n                 ¥ENTRY   TOP:NUMBER
                                        ¥EXIT    TOP:SUM OF 1-N
  0
  SWAP 0 DO
        I 1+ +
  LOOP ;

MSG"1+2+3+....":         DB '1+2+3+....%00'
MSG"n_=_x":      DB 'n = x%00'

: SAMPLE
  PRCRLF PRCRLF
  MSG"1+2+3+...." PRS    MSG"n_=_x" PRS
  INPUT_NUMBER   PRCRLF PRCRLF
  MSG"1+2+3+...." PRS
  DUP PRD+   '=' CO   PRSPACE
  CALCULATE_1+2+3+....n PRD+   PRCRLF ;

        SAVELOC
        RECOVOBJ
        ORG      100H
        LD       HL,SAMPLE
        LD       SP,100H
        LD       IY,100H - 40H
        CALL     EXFORTH           ¥EXECUTE FORTH WORD
        JP       0                 ¥CP/M REBOOT
        LOADLOC

        SAVELIB
        END

A>
```


Figure-5.8.1　Rgy FORTH による〝SAMPLE〞プログラムのソース・ファイル.

このように FORTH の文法は，COBOL や PL／I などとは全く雰囲気が異なっています.

Rgy FORTH のパッケージの中から，〝SAMPLE〞プログラムを開発するのに必要な最低限の各ファイルを次に示しておきます.

この中の〝CPMCON．HEX〞は，あらかじめそのソース･ファイル〝CPMCON．F80〞から作成しておきます.

```
A>B:STAT *.*↲

 Recs   Bytes   Ext Acc
  142     18k     1 R/W A:FZ80.COM ……コンパイラ.
   44      6k     1 R/W A:CPMCON.HEX …CP/Mコンソール入出力ライブラリ.
   60      8k     1 R/W A:FDT.COM ………デバッガ(直接は必要ない).
   12      2k     1 R/W A:SAMPLE.F80 …"SAMPLE"のソース・ファイル.
Bytes Remaining On A: 266k

A>
```

Figure-5.8.2　Rgy FORTH による "SAMPLE" プログラムの開発に必要な最低限の各ファイル.

さてコンパイルの作業を始めますが，Rgy FORTH はコンパイル時に各種ライブラリも同時にリンクできるので，この場合は，CP／M のコンソール入出力ライブラリ "CPMCON．HEX" をコンパイル時にリンクします.

また，ソース・プログラムの最下部で，当プログラムの起動ルーチンが定義されており（プログラムの起動ルーチンまで定義できることは，他のコンパイラにはない特徴の1つ），コンパイラの出力は，すでに絶対アドレスを持ったオブジェクト・コードとなっています.

コンパイラの実行例を次に示します.

```
A>DIR SAMPLE.*↲ ……最初の"SAMPLE"ファイルの確認.

A: SAMPLE   F80 ……ソース・ファイルのみ存在.
                  ┌ コンパイルと同時にリンクするライブラリ.
A>FZ80 SAMPLE CPMCON↲ ……コンパイラの実行. コンパイルと同時に, CP/Mコンソール
                       入出力ライブラリの"CPMCON. HEX"をリンクする.
RIGY CO.    Z80 FORTH COMPILER "FZ80 V2.0"     18205159
PASS1.END
PASS2.END
NEXTPC=07A8H   NEXTDP=07A8H   FREESYMNO=  1366
COMPLETE COMPILATION

コンパイル成功. エラーなし.
A>DIR SAMPLE.*↲ ……生成されたファイルの確認.

A: SAMPLE   F80 : SAMPLE   HEX : SAMPLE   PRN : SAMPLE   ERR
  ソース・ファイル  生成されたインテルHEX形式の  生成されたリスト・  エラー・インフォメーション・ファイル
A>               オブジェクト・ファイル      ファイル        (この場合は, エラーなしなので中身は空)
```

Figure-5.8.3　Rgy FORTH のコンパイラの実行と生成されたファイルの確認.

コンパイルは成功して，HEX 形式のオブジェクト・ファイルが生成されています．このファイルは CP／M の DDT や Rgy FORTH の FDT などで，メモリ上に実行可能な純マシン・コードとしてロードでき，また，CP／M の LOAD コマンドで実行可能な "COM" ファイルに変換して，ディスクにセーブすることができます.

次に，CP／M の LOAD コマンドの実行と生成されたファイルの確認例を示します．

```
A>B:LOAD SAMPLE ↓     ……CP/MのLOADコマンド実行．"SAMPLE.HEX"から"SAMPLE.COM"を生成する．

FIRST ADDRESS 0100
LAST  ADDRESS 07A7
BYTES READ    069A
RECORDS WRITTEN 0E

LOADコマンド終了．
A>DIR SAMPLE.* ↓     ……生成されたファイルの確認．

A: SAMPLE   F80 : SAMPLE   HEX : SAMPLE   PRN : SAMPLE   ERR
A: SAMPLE   COM
   実行可能な純マシン・コードのファイルが生成された。

A>B:STAT SAMPLE.COM ↓     ……"SAMPLE.COM"のファイル容量を調べる．

 Recs  Bytes  Ext Acc
   14     2k    1 R/W A:SAMPLE.COM ……2Kバイト長．本章で取り上げたコンパイラの中で最もコンパクト．
Bytes Remaining On A: 246k

A>
```

Figure-5.8.4　コンパイルにより生成された "HEX" ファイルに対し，LOAD コマンドの実行．

このように他のコンパイラと比較して，大変コンパクトなオブジェクト・ファイルができ上りました．本章で取り上げた言語の中では最小です．

でき上った "SAMPLE" プログラムを実行してみましょう．

```
A>SAMPLE ↓     ……"SAMPLE"プログラムの実行．

1+2+3+....n = x
input n (n = 1...250)    -->300 ↓  ……251以上の入力値のエラー．
input n (n = 1...250)    -->250 ↓  ……再度正しい値を入力．

1+2+3+....250= 31375 ……入力値と答えが出力されている．

A>
```

Figure-5.8.5　Rgy FORTH により作成された "SAMPLE" プログラムの実行．

次に参考までに，Rgy FORTH に付属のデバッガである FDT の実行例と，コンパイルにより生成されたリスト・ファイル "SAMPLE．PRN" の一部を示しておきます．

```
                    ┌── シンボリックにデバッグが可能となるように,シンボル・テーブルを読み込む.
                    ↓
A>FDT SAMPLE.HEX S ↲ ……"SAMPLE.HEX"に対してFDTを起動.

RIGY CO. Z80 FORTH DEBUGGER "FDT(Z80) V2.0"
0100-07A7    NEXT=07A8  PC=0000  SAVE=      7    FREEMAX=A3D8    (SYMBOL IN)
#F ……FORTHワードを実行するコマンド.
F '8' ?0-9 ……ASCIIの0～9をチェックする. 入力として"8"を与えた.
*FORTH RETURN*
PS(AEFE) 0001 ……リターンされた値は"真"である.
F 'A' ?0-9 ……今回は"A"を与えた.
*FORTH RETURN*
PS(AEFE) 0000 ……リターンされた値は"偽"である.
F '5' ASCII-BIN ……ASCII→バイナリ変換のワード. 入力として"5"を与えた.
*FORTH RETURN*
PS(AEFC) 0005 0001
F ^C
            └── 変換された値.
A>  └── Ctrl-CでCP M に戻る.
```

Figure-5.8.6　Rgy FORTH デバッガ FDT の実行.

```
A>TYPE SAMPLE.PRN ↲

RIGY CO.    Z80 FORTH COMPILER "FZ80 V2.0"     18205159              PAGE      1

                                          ¥  Rgy FORTH sample progrem for "Applic
                                   ation CP/M"  ¥

                                          TITLE   'SAMPLE PROGRAM'
                                          READLIB

065A:E9DD 0237 015C 002F 0351.. : ?0-9   DUP 2FH > SWAP 3AH < FAND ;

0670:E9DD                          : ASCII-BIN                       ¥ENTRY  TOP:ASC
                                   II NIBL
                                                                     ¥EXIT   TOP:1/0
                                   (1=OK)
                                                                     ¥2ND:BINARY DAT
                                   A
0672:0237 065A                       DUP ?0-9
0676:0171 0000 015C 0030 02D6..          IF '0' - ,1
0682:017A 0000 0253 016B                 ELSE DROP, 0
068A:013E                                THEN ;

068C                               CONBUFF        DS      4 + 2

0692:E9DD                          : STRING>NUMBER                   ¥EXIT   TOP:1/0
                                                                     ¥2ND:BINARY DAT
                                   A
0694:015C 068E 0295                  (CONBUFF + 2) >R
                        .
                        .
```

```
                              .
                              .
RIGY CO.    Z80 FORTH COMPILER "FZ80 V2.0"     18205159          PAGE     3
SAMPLE PROGRAM

**** SYMBOL-TABLE ****

!              F 01D2   $$+LOOP       F 01C0   $$-IF         F 0182
$$COLON        F E9DD   $$DO          F 0189   $$ELSE        F 017A
$$FALSE        F 016B   $$IF          F 0171   $$JMP         F 017A
$$LITERAL      F 015C   $$LOOP        F 019E   $$REPEAT      F 017A
$$SEMI         F 013E   $$TRUE        F 0165   $$UNTIL       F 0171
*              F 02F9   +             F 02CF   +!            F 0206
                        .
                        .
                        .
                        .
SW!            F 021E   SWAB          F 03CC   SWAN          F 03D3
SWAP           F 025A

NEXTPC=07A8H   NEXTDP=07A8H   FREESYMNO=  1366
COMPLETE COMPILATION

A>
```

Figure-5.8.7　リスト・ファイルのタイプアウト.

Rgy FORTH の，その他の多くの機能の紹介は省略します.

5.9 LISP

5.9.1 LISPについて

LISP は，1960年に出版された John McCarthy による，「Recursive Functions of Symbolic Expressions and Their Computation by Machine」という著書がその基本となっており，同年には最初の LISP がすでに稼動しています．この LISP は現在では，純 LISP と呼ばれています.

LISP の特徴は，第1にリスト処理です．そのリスト構造は，COBOL や，FORTRAN，PL／I などでは書き表せない，実行中に動的に変化するデータ構造を再帰的に定義することができるものです.

LISP は，数式の記号的な処理，コンピュータによるパズルの解読や定理証明などの人工知能研究の分野に，なくてはならないプログラミング言語として広く使われています.

LISP は，整数，実数，文字数，配列などのデータの型の区別がない単一データ形式であり，また，LISP のプログラムを LISP のデータとして処理して，プログラムとして実行するというようなことも可能です.

LISP は，一度作られたデータを書き換えることはなく（純 LISP)，書き換えが必要な場合は，旧

データはそのままにして,新データを新しく作って使用します(LISP　1.5には,書き換えの機能あり).そのため,メモリをどんどん消費してしまうので,〝Garbage Collect：ガーベジ・コレクト〟と呼ばれる不用データの〝ゴミそうじ〟の機能を持ったシステム・サブルーチンが用意されているのも特徴です.

いずれにしても LISP は,一般的な言語と相当に趣を異にするものであり,COBOL や FORTRAN のプロフェッショナルと言えども,最初しばらくはとまどうことになるでしょう.

現在,LISP と言えば普通,LISP 1.5 (純 LISP に諸機能を追加したもの) を指します.

5.9.2 The Soft Warehouse社 muLISPについて

muLISP は,LISP 1.5にいくつかの機能を追加した LISP 1.5の上位コンパチブルに当たる LISP です.

muLISP の最初のバージョンは,1977年に発売された muLISP-77であり,その後1979年と1980年に大きなバージョン・アップが行われ,現在は,muLISP-80となっています.ここで取り上げたのは muLISP-80であり,これは従来の muLISP に,さらに多くのコードと高速処理を実現するために,疑似コード・コンパイラとインタープリタを追加したものです.muLISP の特徴は,

- 合計85の LISP ファンクションが,マシン語で定義されている.
- 2パスのコンパクトなガーベジ・コレクタが用意されており,データ・スペースのすべてのメモリをダイナミックに管理し,さらにガーベジ・コレクションの実行後,自動的にデータのリロケーションが最適となるようにダイナミックなメモリ操作が行われる.
- エディタとトレースの会話形レジデント・デバッガが付属している.
- ファンクション定義は,自動的にDコード (distilled-code) にコンパイルされ,メモリの節約と高速化を可能としている.

などであり,muLISP は中間コード (Dコード) にコンパイルした後,インタープリタで実行するという形式をとっています.

5.9.3 muLISPによる「SAMPLE」プログラムの作成

まず,muLISP による〝SAMPLE〟プログラムのソース・ファイルを示します.ファイル名のエクステンションは何であっても実行には関係ありませんが,〝LIB〟がデフォルトに指定されているので,これに従います.

```
A>TYPE SAMPLE.LIB ……ファイル名のエクステンションは何であってもよいが,
                    "LIB"がデフォールトに指定されている.
        %  muLISP sample program for "Application CP/M"  %
                    %~%の間がコメントとなる.

(PROG1 ""                                  % Definition of DEFUN %
       (PUTD DEFUN (QUOTE                                          関数"DEFUN"の定義.
         (NLAMBDA (FUNC DEF)
                  (PUTD FUNC DEF)
                  ""]

[DEFUN SAMPLE (LAMBDA (N NUMB TEMP)
  (TERPRI)                                 % CR & LF %
  (PRINT "1+2+3+....n = x")                % title %

  (LOOP (PRIN1 "input n (n = 1...250)   -->")  % prompt message %
        (SETQ N (READ))                    % input n %
        ((AND (NUMBERP N)                  % is number ? %
              (PLUSP N)                    % n > 0 ?     %
              (LESSP N 251))))             % n < 256 ?   %

  (SETQ TEMP (SETQ NUMB N))                % TEMP := NUMB := n %        "SAMPLE"の定義.
  (LOOP (SETQ NUMB (DIFFERENCE NUMB 1))    % NUMB := NUMB - 1  %
        ((ZEROP NUMB))                     % if NUMB = 0 then exit %
        (SETQ TEMP (PLUS TEMP NUMB)))      % TEMP := TEMP + NUMB
                                                 and repeat %

  (TERPRI)
  (PRIN1 "1+2+3+.... ") (PRIN1 N)          % print message and N %
  (PRIN1 " = ") (PRINT TEMP)               % print answer %
  (TERPRI)
  (SYSTEM] ……最後にCP/Mに戻るためのファンクション.  % return to CP/M %

[SAMPLE (RDS] ……"SAMPLE"の実行.            % execute program %

A>
```

Figure-5.9.1　muLISP による "SAMPLE" プログラムのソース・ファイル.

次に, muLISP のパッケージの中から, "SAMPLE" プログラムを開発するために必要な最低限のファイルを示します.

```
A>B:STAT *.*

RECS  BYTES  EXT ACC
  80    10K    1 R/W A:MULISP.COM ……コンパイラ／インタープリタ.
 125    16K    1 R/W A:MUSTAR.SYS ……スクリーン・エディタ デバッガ.(直接には必要ない)
  11     2K    1 R/W A:SAMPLE.LIB ……"SAMPLE"プログラムのソース・ファイル.
BYTES REMAINING ON A: 213K

A>
```

Figure-5.9.2　muLISP による "SAMPLE" プログラムの開発に必要な最低限のファイル.

muLISPは，中間言語のインタープリタなので，まずインタープリタ（中間言語へのコンパイラを含む）をロードして，その上でソース・ファイルを読み込んで，そのままプログラムの実行に移ります．よって，コンパイルやリンクの作業は必要ありません．

〝SAMPLE〞プログラムの実行例を次に示します．

```
A>MULISP ↓   ……インタープリタ(中間言語へのコンパイラを含む)を起動.

muLISP-80 2.15 (03/01/82)
Standard CP/M Version
Copyright (C) 1981 The SOFT WAREHOUSE
Licensed by MICROSOFT, Inc.

$ (RDS SAMPLE LIB))   ……インタープリタが起動すると,プロンプトの"$"が出力される.
SAMPLE                  RDS(redirection)で,入力をコンソールから"SAMPLE.LIB"ファイルに変換する.
                        ファイル名の".”を書いてはいけない.

$  |この間に，自動的にソース・ファ
   |イルがロードされ，中間言語にコ
$  |ンパイルされ，インタープリタに
   |よる実行が開始される.
$
1+2+3+....n = x
input n (n = 1...250)    -->280 ↓ ……251以上の入力値エラー.
input n (n = 1...250)    -->100 ↓ ……今回は正しい入力.

1+2+3+.... 100 = 5050  ……入力値と答えが出力された.


A>
```

Figure-5.9.3　muLISPによる〝SAMPLE〞プログラムの実行例.

muLISPには，LISPプログラムの開発のために，muSTARと呼ぶArtificial Intelligence Development System(AIDS)が付属しています．このツールがFigure-5.9.2の〝muSTAR. COM〞であり，このAIDSによりLISPプログラムの作成に適したスクリーン・エディタとトレース機能を持ったデバッガ，それにディスク・ファイルの操作などが可能となります．

参考までに，muSTARを起動して，最初のメニュー画面を示しておきます．

```
A>MULISP MUSTAR ↓ ……muLISPからmuSTARを起動.

muLISP-80 2.15 (03/01/82)
Standard CP/M Version
Copyright (C) 1981 The SOFT WAREHOUSE
Licensed by MICROSOFT, Inc.

この時点でスクリーンがクリアされ,次のコマンドメニューが出力される.


                      O P T I O N S
```

```
                                  F   EDIT FUNCTION
                                  V   EDIT VARIABLE    スクリーン・エディタ関係.
                                  P   EDIT PROPERTY
                                  E   EVAL LISP
                                  Q   EVAL-QUOTE LISP
                                  T   TRACE FUNCTION       デバッガ関係.
                                  U   UNTRACE FUNCTION
                                  R   READ FILE
                                  W   WRITE FILE        ディスク・ファイル操作関係.
                                  D   SELECT DRIVE
                                  X   EXIT TO DOS        CP/Mへの戻り.

     ENTER CHOICE: .
                   .
                   .
                   .
```

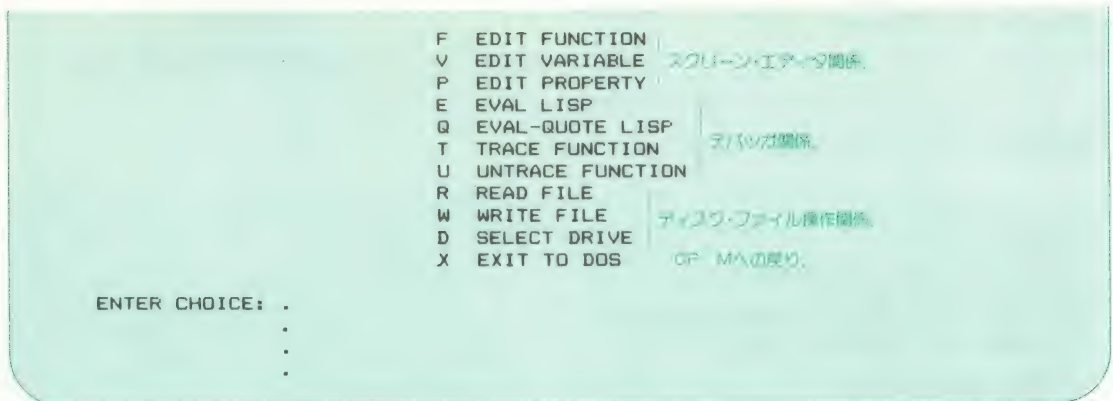



Figure-5.9.4　スクリーン・エディタ／デバッガの muSTAR を起動したところ.

muLISP の，その他の多くの機能の紹介は省略します.

5.10 ALGOL

5.10.1 ALGOLについて

ALGOL（ALGOrithmic Language）は，1958年に発表された科学技術計算用のプログラミング言語，IAL（International Algebraic Language）を基にして，内容の改訂と機能の拡張を行い，1960年にアルゴリズム記述言語 ALGOL 60として登場しました．これが現在の ALGOL の基となっています.

今日の進歩したプログラミング言語からみると，ALGOL はもはや歴史上のものとなってしまいましたが，プログラムの記述法やコンパイラのテクニックなど，以後の言語に与えた影響は大きく，ここでもあえて取り上げました.

5.10.2 Mark Moranville ALGOL-Mについて

ALGOL-M は，ALGOL-60を基に，マイクロコンピュータ上でのプログラミングに適するように作られた言語です．基本構成は ALGOL-60とほとんど同じであり，ALGOL-60で作られた従来のプログラムは，若干の書き換えで ALGOL-M 上で実行することが可能です.

ALGOL-M は，コンパイラ／インタープリタであり，ALGOL-M のソース・プログラムを中間コードにコンパイルし，それを実行時にインタープリタで実行します．実行時には，デバッグのための〝トレース〟の機能もあります.

ALGOL-M で使用できる変数は，－16383～＋16383の integer，18デジット以下の decimal，255文字以下の string の３つのタイプであり，デフォールトは decimal が10デジット，string が10文字となっています．

配列は255dimension までで，おのおのは０～16383の値を持つことができます．

5.10.3 ALGOL-Mによる「SAMPLE」プログラムの作成

まず，ALGOL-M による〝SAMPLE〟プログラムのソース・ファイルを示します．

```
A>TYPE SAMPLE.ALG ……ファイル名のエクステンションは必ず"ALG"であること.

begin ……ALGOLのプログラムは"begin"で始まり"end"で終わる.

  comment ALGOL-M sample program for "Application CP/M" ;
  コメントは,"begin"のあと,または";"のあとの"comment～;"の間に自由に書く(少々めんどう).

  integer num,numb,temp;          comment * variable declaration ;

  write ("1+2+3+....n = x");      comment * print title ;
  write ("input n ( n=1...180 )");        comment * print input message ;
  read(num);                      comment * input n ;

                                  comment * range check ;
    while num > 180 do
      begin        ←── ALGOL-Mの整数は－16383～＋16383の範囲しか扱えない.
        write ("input n ( n=1...180 )"); よって250ではオーバするので180に変更してある.
        read(num);
      end;

    numb:= num;
    temp:= num;

                                  comment * compute ;
    while num >= 1 do
      begin
        num:= num - 1;
        temp:= temp + num;
      end;

  write (" ");                    comment * print result ;
  write ("1+2+3+....",numb," = ",temp);
  write (" ");

end ……このend以後は何を書いてもよい. 覚え書きなどがよく書かれる.

A>
```

Figure-5.10.1　ALGOL-M による〝SAMPLE〟プログラムのソース・ファイル．

次に ALGOL-M のパッケージの中から，〝SAMPLE〟プログラムの開発に必要な最低限のファイルを示しておきます．

```
A>B:STAT *.*↲

 Recs   Bytes   Ext Acc
  106     14k     1 R/W A:ALGOLM.COM   ……中間言語へのコンパイラ.
  112     14k     1 R/W A:RUNALG.COM   ……ランタイム・インタープリタ.
    6      1k     1 R/W A:SAMPLE.ALG   ……"SAMPLE"プログラムのソース・ファイル.
Bytes Remaining On A: 212k

A>
```

Figure-5.10.2　ALGOL-M による "SAMPLE" プログラムの開発に必要な最低限の各ファイル.

ALGOL-M はインタープリタです. ソース・プログラムを "ALGOLM . COM" によって中間言語にコンパイルし, それをインタープリタの "RUNALG . COM" によって実行します.

では, 中間言語へのコンパイラの実行例を示します.

```
A>DIR SAMPLE.*↲   ……最初の"SAMPLE"ファイルの確認.

A: SAMPLE   ALG   ……ソース・ファイルのみ存在.


A>ALGOLM SAMPLE↲   ……コンパイラの実行.

ALGOL-M COMPILER VERS 1.1
   0 ERROR(S) DETECTED
コンパイル成功, エラーなし.
A>DIR SAMPLE.*↲   ……生成されたファイルの確認.

A: SAMPLE   ALG : SAMPLE   AIN
   ソース・ファイル   生成された中間言語
                      のファイル
A>
```

Figure-5.10.3　ALGOL-M による中間言語へのコンパイル例.

コンパイルは成功して, 中間言語のファイル "SAMPLE . AIN" が生成されています.

これが ALGOL-M では, 最終的なファイルとなります.

では "SAMPLE" プログラムを実行してみましょう.

ALGOL-M は整数の範囲が－16383～＋16383しか扱えないので, 入力は180以上はエラーとなるように変更してあります.

```
A>RUNALG SAMPLE↲   ……中間言語のインタープリタによる"SAMPLE"プログラムの実行.

ALGOL-M INTERPRETER-VERS 1.0
```

```
1+2+3+....n = x          ALGOL-Mでは,整数は−16383〜+16383の範囲しか扱えないので,
                         [illegible]ではオーバーする.
input n ( n=1...180 )
-> 300 ↲   ……ALGOL-Mでは,コンソール入力は必ず復帰・改行が行われ,"−>"がALGOL-Mのシステムにより出力される.
input n ( n=1...180 ) ……180以上の入力値エラー.
-> 100 ↲   ……今回は正しい値を入力.
1+2+3+....    100 =    5050      入力値と答えが出力された
A>
```

Figure-5.10.4　ALGOL-M により作成された "SAMPLE" プログラムの実行.

参考までに，リストアウト＋トレース・モードのオプション・スイッチを付けて，コンパイラを実行した場合のコンソール出力を次に示しておきます.

```
A>ALGOLM SAMPLE $AE↲
ALGOL-M COMPILER VERS 1.1
   1   0  begin
   2   1
   3   1    comment ALGOL-M sample program for "Application CP/M" ;
   4   1
   5   1
   6   1    integer num,numb,temp;      comment * variable declaration ;
   7   1
   8   1    write ("1+2+3+....n = x");      comment * print title ;
   9   1    write ("input n ( n=1...180 )");      comment * print input message ;
  10   1    read(num);                  comment * input n ;
  11   1
  12   1                          comment * range check ;
  13   1      while num > 180 do
  14   1        begin
  15   2          write ("input n ( n=1...180 )");
  16   2          read(num);
  17   1        end;
  18   1
  19   1      numb:= num;
  20   1      temp:= num;
  21   1
  22   1                          comment * compute ;
  23   1      while num >= 1 do
  24   1        begin
  25   2          num:= num - 1;
  26   2          temp:= temp + num;
  27   1        end;
  28   1
  29   1    write (" ");                   comment * print result ;
  30   1    write ("1+2+3+....",numb," = ",temp);
  31   1    write (" ");
  32   1
  33   1  end
  34   0
  35   0  ←── ブロック・レベル
  36   0  EOF
   0 ERROR(S) DETECTED
A>   └── ラインNo.
```

Figure-5.10.5　スイッチ "$AE"（リストアウト＋トレース）を付けてのコンパイラの実行.

ALGOL-M の，その他の多くの機能の紹介は省略します.

5.11 APL

5.11.1 APLについて

APL（A Programming Language）は，1956年から開発が始まり，1960年に対話形式のプログラミング言語として実用化されました．当初はIBMの内部で使用されており，一般には，1968年にIBMシステム／360のTSSで使用され始めました．

APLは基本的には，0（スカラ）次元以上任意の配列データを対象に演算を行うもので，すべての操作は，関数の集まりで表現され，その文法は極めて単純であり，IFとかDO，各種宣言文などは一切ありません．

二項までの引数を持つ関数と，その関数の引数となるスカラー，もしくは1次元以上の任意の配列のみで構成され，その処理系はインタープリタの形式をとっています．よって，BASIC言語のように，コンピュータと会話しながらプログラミングを行うことができ，APLの知識のない人でも，直接キーボードに向い，マニュアルに従ってキーインして行けば，即その答えが返ってくるので，効果的に学習することができます．

APLは，データ解析や数値解析の分野，ベクトルや配列演算を多く行わなければならないグラフィックスの分野などに，強力な言語として利用されています．

APLは，特種な文字や記号を持つキーボードを使いますので，そのモデル（IBM 2741　キーボード）を次に示しておきます．

Figure-5.11.1　APLの正式なキーボード

5.11.2 SOFTRONICS社 APL＼80について

SOFTRONICSのAPLインタープリタは，フルAPLのほとんどの機能を持っており，CP／MのディスクI／Oのためのシステム・ファンクションと変数，システム・コマンドなどを備えています．

CP／MでAPLを使うと言っても，あの特殊文字はどうするのかと疑問を持たれると思いますが，SOFTRONICS APLは，ターミナルの種類によって，〝ASCIIモード〞と〝APLターミナル・モード〞があり，APLの特殊文字を持たない普通のCP／Mマシンでは，〝ASCIIモード〞で実行することができます．

〝ASCIIモード〞と言うのは，例えば，

ディメンションの　ρ…$RO
逆行列の　⌹…$XD
ローテートの　⌽…$RT

と言った具合に，特殊文字を$に続くアスキー標準文字の2字で代用します．入出力とも，これにより表現します．

〝APLターミナル・モード〞と言うのは，IBMの2741，2740，3767などのAPL用のターミナルを接続できる場合のモードであり，正式のAPL文字による操作が行えます．CP／Mマシンでは，キーボードに特殊文字を書いたステッカを貼り，スクリーンの表示にキャラクタをユーザーが任意に作り出すことができるVRAMなどを使えばこのモードでの操作が可能です．APLのおもしろさが分かってくると，是非そうしたくなるでしょう(米国では，このAPL記号を表示できるS-100バスのV-RAMボードが市販されている)．

5.11.3 APL＼80による「SAMPLE」プログラムの作成

このAPL＼80のおもしろさには，筆者もいささか興味を持ちましたので，本項は少々雰囲気を変えて解説したいと思います．

〝APL＼80〞のバックスラッシュは，IBMのAPLが，〝APL＼360〞というように名付けられているので，それに従ったものと思われます．

実は，筆者は実際にAPLを自分の手でいろいろ動かしてみるのは，このAPL＼80が最初です．CP／M上で走るAPLがあるということは以前から知っていましたが，実際に自分のS-100BUSマシンや，PC-8801のCP／Mで走らせてみると，このAPLという言語は，実に興奮させるものがあります．

インタープリタ形式なので，普通のパーソナル・コンピュータのROMに組み込まれているBASICインタープリタと同様に，コンピュータと会話しながら非常に気軽にいろいろと試みることができ，楽しく学ぶことができます．

そんなAPLの雰囲気を知って頂くために，キーボードに向ってAPLを起動し，ちょっと何かを実行してみましょう．

```
A>APL                   ……APLを起動        □ユーザーのキー入力部分．キャリッジ・リタンを伴う．

SOFTRONICS APL*80
VERSION 2.3C

COPYRIGHT 1979 BY ERIK MUELLER

CLEAR WS……ワーキング・スペースは空というメッセージが出て，コマンドの入力待ちとなる．
        5+20  ……5+20
25
        5%20  ……5÷20
.25
        I_5       Iに5を定義
        J_20      Jに20を定義
        J-I       J−I
15
        I&J   ……I×J
100
        A_3 3$RO 1 2 3 4 5 6 7 8 9 ……変数Aに配列123…9を3×3の行列に変換して定義する．
        A         そのタイプアウト．
   1    2    3
   4    5    6    行列がタイプアウトされる．
   7    8    9

        B_3 3$RO 10 20 30 40 50 60 70 80 90 ……同じく変数Bに行列を定義．
        B         そのタイプアウト．
  10   20   30
  40   50   60
  70   80   90

        B-A   ……行列の差をタイプアウト．
   9   18   27
  36   45   54
  63   72   81

        ATP_$TP A ……行列Aを転置したものを変数ATPとして定義．
        ATP  ……そのタイプアウト．
   1    4    7
   2    5    8    行列Aの転置行列．
   3    6    9

        AREV_$RT A      行列Aを反転したものを変数AREVとして定義
        AREV            そのタイプアウト
   3    2    1
   6    5    4    行列Aの反転行列．
   9    8    7

        *A  ……行列Aを指数でタイプアウト(eA)．
 2.71828 7.38905 20.0855
 54.5981 148.413 403.428
 1096.63 2980.95 8103.06

        ALOG_$LG A ……行列Aの自然対数をとって，変数ALOGとして定義．
        ALOG ……そのタイプアウト．
   0 .693147 1.09861
 1.38629 1.60944 1.79176
```

ここで使用する代用記号の，正規のAPL記号を次に示します．

```
 %
 &
 $RO
 $TP
 $TR
 $LG
```

```
 1.94591 2.07944 2.19722

      )VARS      現在定義されている変数のすべてをタイプアウト.
I   J   A   B   ATP   AREV   ALOG
      )OFF        CP  Mに戻る.

A>
```

Figure-5.11.2　APL の操作は大変簡単です.

このように実にシンプルな言語です.

さて, "SAMPLE" プログラムを, この APL＼80で作成する訳ですが, そのソース・プログラムの作成は, 本章で取り上げた他の言語のように, 任意のエディタを使って, 言語システムとは独立して別に作成することができません. ソース・プログラムは, APL システムに入って, その中でのみ作成されます.

インタープリタなので, 作成中のプログラムの一部分を実行して, デバッグを行うことも可能です. 実行中にバグがあれば, エラーのあるラインの内容を表示して, 実行をストップします.

では, 「APL＼80の起動→ "SAMPLE" プログラムの入力→実行→デバッグ実行→完成したプログラムのディスクへのセーブ」の手順を次に示します.

```
A>APL  ……APL.COMを起動.   □部はユーザーのキーイン部を示し,キャリッジリタンを伴う.

SOFTRONICS APL¥80
VERSION 2.3C
          └─ 本来はバックスラッシュ"＼"である.日本のプリンタでは実にサマにならない(80円のAPL？).

COPYRIGHT 1979 BY ERIK MUELLER
←APLでは,システムの応答はこの位置から表示される.
CLEAR WS    ワーク・スペースには何もないことを示す.
      )FNS  ……現時点で定義されている関数をすべてタイプアウトせよ.結果は空白の応答で何も定義されていない.
none  ← APLでは,ユーザーのキーインするものはこの位置から表示される.
      $DL SAMPLE;N;NUMB;TEMP          "SAMPLE"プログラムを関数SAMPLEとして定義モードに入る.
[1]  S  ''  ……改行.                    その引数はない.
[2]  A  '1+2+3+....n = x'  ……タイトルの出力.
[3]  M  READ:'input n (n = 1...250)    --->'    入力メッセージの出力とラベル"READ"の宣言.
[4]  P  $GO (250<N_NUMB_TEMP_$EV $QP )/,READ     数字を入力してN_NUMB,TEMPに代入.値が250より大の
[5]  L  COMPUTE:TEMP_TEMP+NUMB_NUMB-1      NUMB←NUMB-1,TEMP←TEMP+NUMB       値はREADへ戻る.
[6]  E  $GO (0$NE NUMB)/,COMPUTE       NUMB≠0ならCOMPUTEへ.
[7]  プ  ''  ……改行.
[8]  ロ  $QD _'1+2+3+....',($FM N),/ = ',($FM TEMP)  ……入力値と答えの出力.
[9]  グ  ''  ……改行.
[10] ラ  $DL  …定義モードを終了せよ.
     ム )FNS  ……前出.
SAMPLE
      SAMPLE  ……関数SAMPLE(引数はない)の実行. つまり"SAMPLE"プログラムの実行.

1+2+3+....n = x
input n (n = 1...250)    --->
300  ……251以上の入力値エラー. APLでは入力時は必ず改行が行われる.
input n (n = 1...250)    --->
```

```
251 ……入力値エラー.
input n (n = 1...250)    --->
250 ……正しい値を入力.

                                                  ┌──ミスタイプ."/"ではなく"'"が正解.
SYNTAX ERROR ……プログラムにバグあり!               ↓
SAMPLE[8] $QD _'1+2+3+....',($FM N),/=',($FM  TEMP) ……エラーのあるラインが表示される.
                    ^

         $DL SAMPLE ……編集モードに入れ.
[10]     [8$QD] ……ライン[8]を表示して,再入力モードに入れ.ただし1行全部をタイプし直す必要あり.
[8]  デ  $QD _'1+2+3+....',($FM N),/=',($FM  TEMP)
[8]  バ  $QD _'1+2+3+....',($FM N),' = ',($FM TEMP)   めんどうでも1行全部をタイプし直す.
[9]  ッ  $DL ……編集モードを終われ.
     グ  SAMPLE ……もう一度実行.

1+2+3+....n = x
input n (n = 1...250)    --->
250 ……250を入力.

1+2+3+....250 = 31375   入力値と答えが正しく出力された(そのままCP/Mに戻ることはできない).

         SAMPLE ……もう1度実行.

1+2+3+....n = x
input n (n = 1...250)    --->
100

1+2+3+....100 = 5050 ……正しい!

         )SAVE SAMPLE ……"SAMPLE"プログラムをディスクにセーブする.正しく表現すると,現在のWS(ワーキング・ス
SAMPLE SAVED            ペース)の全部をセーブする.これは関数SAMPLEのみをセーブするのではなく,この時点で定義
         )OFF  CP/Mに戻る. 済みのすべての関数や変数(この例では"SAMPLE"のみしか存在しないが)をセーブするものであ
                        り,後でこれをロードすると,セーブした時点と同じ状態を再現できる.
```

Figure-5.11.3　APL＼80による "SAMPLE" プログラムの作成の全過程.

以上の手順で "SAMPLE" プログラムはでき上り，実際に使用テストも行いました．ディスク上には，そのプログラム・ファイル（アスキー・ファイルではなく，中間コード）"SAMPLE．APL" が生成されています（ここで使用した APL 記号の代用表示については後述）.

現在のディスク上には, APL＼80のパッケージの中から, 必要なファイルだけと, でき上った "SAMPLE" プログラムがセーブされていますので，それらを STAT コマンドでタイプアウトしてみましょう.

```
A>B:STAT *.*↲

 Recs  Bytes  Ext Acc
  284    36k    3 R/W A:APL.COM ……APLインタープリタ.
   23     3k    1 R/W A:ETCFNS.APL ……各種関数のライブラリ."SAMPLE"プログラムには必要なし.
    6     1k    1 R/W A:SAMPLE.APL ……でき上った"SAMPLE"プログラム.
Bytes Remaining On A: 201k

A>
```

Figure-5.11.4　ディスク上に現在セーブされているファイル.

ではこの後，もう一度最初から，ディスクにセーブされている“SAMPLE”プログラムをロードして実行してみます．その後，各種関数のライブラリ・ファイルをロードして，2～3の関数で遊んでみましょう．

```
□部はユーザーのキーイン部を示し,キャリッジ・リタンを伴う.
A>APL ……APLを起動．APLで遊んでみよう.

SOFTRONICS APL¥80
VERSION 2.3C

COPYRIGHT 1979 BY ERIK MUELLER

CLEAR WS
      )LIB ……すべてのAPLファイルをタイプアウトせよ.
ETCFNS ……いろいろな関数のユーティリティ・ライブラリ.
SAMPLE ……先程セーブした“SAMPLE”プログラム.
      )LOAD SAMPLE  …“SAMPLE.APL”をロード.
SAMPLE LOADED
      )FNS     現在ロードされているすべての関数をタイプアウトせよ.
SAMPLE ……これのみ.
      SAMPLE   SAMPLEの実行.

1+2+3+....n = x
input n (n = 1...250)    --->
100

1+2+3+....100 = 5050 ……正しい!

      )LOAD ETCFNS ……各種関数のライブラリ・ファイルをロードせよ. “SAMPLE”は失われる.
ETCFNS LOADED
      )FNS  ……前出.
PR   SORT   PASCAL   ENTER   LOOKUP   RESET   IN   TRUTH   GCD   DET   R  | これだけの関数が現在定義されている.
EAD   SEQ   HISTO   SUB   LS   WRITE
      X _ 40 $RO 10 ……各要素の値が10で長さが40のベクトルを作って,それをXとせよ.
      X ……ベクトルXをタイプアウトせよ.
10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10
      10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10   40個の10がタイプアウトされた
      10 10

      X _ ?X ……そのベクトルXを乱数化せよ(最大値は10).
      X ……乱数化されたベクトルXをタイプアウトせよ.
6 2 10 2 8 6 1 1 5 8 4 9 6 6 7 2 8 5 1 2 2 5 1 1 9 2 8 5 8 8 2 2 8 8 8 8 10 9 6 9
      '+' HISTO X ……このベクトルXのヒストグラムを作って表示せよ．表示には“+”を使え.
  +                                  +
  +        +            +           ++ +
  + +    + +    +       + + ++  ++++++ +
  + +    + +  + +       + + ++  ++++++ +
+ + ++   + ++++ +       + + ++  ++++++++
+ + ++  ++ ++++ ++   +  + ++++  ++++++++   最大値10
+ + ++  +++++++ ++   +  + ++++  ++++++++
+ + ++  +++++++ ++   +  + ++++  ++++++++
++++++  ++++++++++ +++  ++++++++++++++++
++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++
                  40個
      X _ SORT X ……ベクトルXをソートせよ.
      X ……それをタイプアウトせよ.
1 1 1 1 1 2 2 2 2 2 2 2 2 4 5 5 5 5 6 6 6 6 6 7 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 9 9 9 9 10 10
      '+' HISTO X ……ソートされたベクトルXのヒストグラムを表示せよ, “+”を使え.
                                      ++
                                  ++++++
                        ++++++++++++++++
                       +++++++++++++++++
                  ++++++++++++++++++++++
              ++++++++++++++++++++++++++
             +++++++++++++++++++++++++++
             +++++++++++++++++++++++++++
     +++++++++++++++++++++++++++++++++++
++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++
```

```
      $DL HISTO [$QD] $DL      ヒストグラム(HISTO)のプログラムをタイプアウトせよ.
    $DL  Z_SYM HISTO V
[1]    $
[2]    Z_(' ',SYM)[1+($RT $IO $MX /V)$NL .$LE V] ……たった1行で上記の機能が書ける.APLはスゴイ!
    $DL
      $DL SORT [$QD] $DL …… ソート (SORT)の内容をタイプアウトせよ.
    $DL  ORD_SORT UNS;WHICH
[1]    ORD_$IO 0
[2]   LB:$GO 0&$IO 0=$RO UNS
[3]    WHICH_UNS=$MN /UNS
[4]    ORD_ORD,WHICH/UNS          SORTのプログラム.
[5]    UNS_($TL WHICH)/UNS
[6]    $GO LB
    $DL
      PASCAL 20  ……大きさが20のパスカルの三角形をタイプアウトせよ.
1
1 1
1 2 1
1 3 3 1
1 4 6 4 1
1 5 10 10 5 1
1 6 15 20 15 6 1
1 7 21 35 35 21 7 1
1 8 28 56 70 56 28 8 1
1 9 36 84 126 126 84 36 9 1
1 10 45 120 210 252 210 120 45 10 1
1 11 55 165 330 462 462 330 165 55 11 1
1 12 66 220 495 792 924 792 495 220 66 12 1
1 13 78 286 715 1287 1716 1716 1287 715 286 78 13 1
1 14 91 364 1001 2002 3003 3432 3003 2002 1001 364 91 14 1
1 15 105 455 1365 3003 5005 6435 6435 5005 3003 1365 455 105 15 1
1 16 120 560 1820 4368 8008 11440 12870 11440 8008 4368 1820 560 120 16 1
1 17 136 680 2380 6188 12376 19448 24310 24310 19448 12376 6188 2380 680 136 17 1
1 18 153 816 3060 8568 18564 31824 43758 48620 43758 31824 18564 8568 3060 816 153 18 1
1 19 171 969 3876 11628 27132 50388 75582 92378 92378 75582 50388 27132 11628 3876 969 171 19 1

      $DL PASCAL [$QD] $DL     …そのプログラムをタイプアウトせよ.
    $DL  PASCAL N;P
[1]    P_1
[2]   PRINT:P                          パスカル(PASCAL)のプログラム.たったこれだけ!
[3]    $GO PRINT&N$GE $RO P_(0,P)+P,0
    $DL
      )OFF ……遊びはやめてCP/Mに戻れ.
A> (注:CRTや,プリンタへの出力は,1行の字数が多いと,次の行に続いて表示されます.)
```

Figure-5.11.5　APL＼80でちょっと遊びを.

Figure-5.11.3や Figure-5.11.5で使われた APL 記号の代用 ASCII 表示は,実際は次の記号に当たります.

Figure-5.11.6 "SAMPLE"プログラムの作成に使われたAPL記号の代用ASCII表記

6章 CP/Mのアプリケーションいろいろ

6.1 簡易言語(プログラムレス言語)の使用例

VISICALC(Visi Corp 社)に端を発した,〝簡易言語〟と呼ばれている汎用ビジネス・ソフトウェアは,その質・内容・種類とも大きな進展を見せており,現時点では,〝Multiplan〟(マイクロソフト社),〝SuperCalc〟(ソーシム社)などが,質・内容ともに代表的なものになっています.

筆者は,米国製の,この2種類のソフトを実際に使ってみて,日米間のソフトウェア・ギャップ,正にここにあり!という強い印象を受け,このことを「実習 CP/M」の冒頭にも書きました.

日本でも,この種のソフトは雨後の竹の子のようにたくさんの種類が発売され,中には,大々的に宣伝されているものもあります.しかし,そのほとんどは,特定のパーソナル・コンピュータ専用のもので,プログラムも,その機種に組み込まれている BASIC のインタープリタで,ただズラズラと書かれているものばかりでスピードも遅く(マシン語をプログラムの一部に使っているものもあるが),内容,使い易さなど,先の2つの米国製ソフトに比べあまりにも幼い,というのが実感です.

CP/M 上で走る優秀なソフトがあることを知らず,これらの貧弱なソフトが,パソコンの能力の限界であるなどと誤解する人もいるのではないかと心配です.

それでは,この種のソフトの中で,米国でベストセラーの1つと言われている,ソーシム社の SuperCalc を取り上げて,その使用例を紹介しましょう.しかし,そのすべてを紹介する訳には行きません.例によって,すべてを紹介するには,SuperCalc 用の本を一冊書かなくてはならないでしょう.よって,ここで例題としたものは,機能の一部,使い方の一例であるに過ぎません.

6.1.1 SuperCalcの概念

VISICALC, Multiplan, SuperCalc などの汎用ビジネス・ソフトの概念は,どれもほぼ同じであり,〝ワークシート〟と呼ばれる〝電子の紙〟(コンピュータのメモリのデータ・エリアに当たる)をSuperCalc では,横63×縦254の計16,002個の〝セル〟に区切り,その〝セル〟に,項目や数値などを書き込み,〝電子の紙〟を〝表〟として用い,縦・横の計算(各種関数も含む)などを行わせるものです.1つの表の中でのデータのブロック移動や,他の場所へのコピー,他の表からのデータの取り込みなども自由に行えます.

Figure-6.1.2の表が,その〝電子の紙〟の実際であり,SuperCalc を起動した状態では,表全体の左上に当る〝ディスプレイ・ウィンドウ〟が,スクリーンに表示されています.

表の上の位置の呼び方は,横方向に〝カラム(Column)A,B,C……〟縦方向に〝ロー(Row)1,2,3……〟と表現します.それぞれの〝セル〟はカラムとローの交点に当たり,この図に示されているセルは,〝E10〟のセルということになります.

この図の，セル〝A１″の〝＜　＞″記号（コンピュータによっては，この部分の表示が反転したり，色が付いていたりする）は，〝アクティブ･セル″を示す記号であり，ワークシートへのデータの入力や，書き替えなどは，この〝アクティブ・セル″を通して行われます．

6.1.2 SuperCalcの使用例

では，SuperCalc を起動して，実際に簡単な表を作ってみましょう．NEC の PC-8801上で，NEC の CP／M を使って実行してみます．

SuperCalc の起動は，

A＞SC ⏎

で行われます．その，オープニング・メッセージを次に示します．

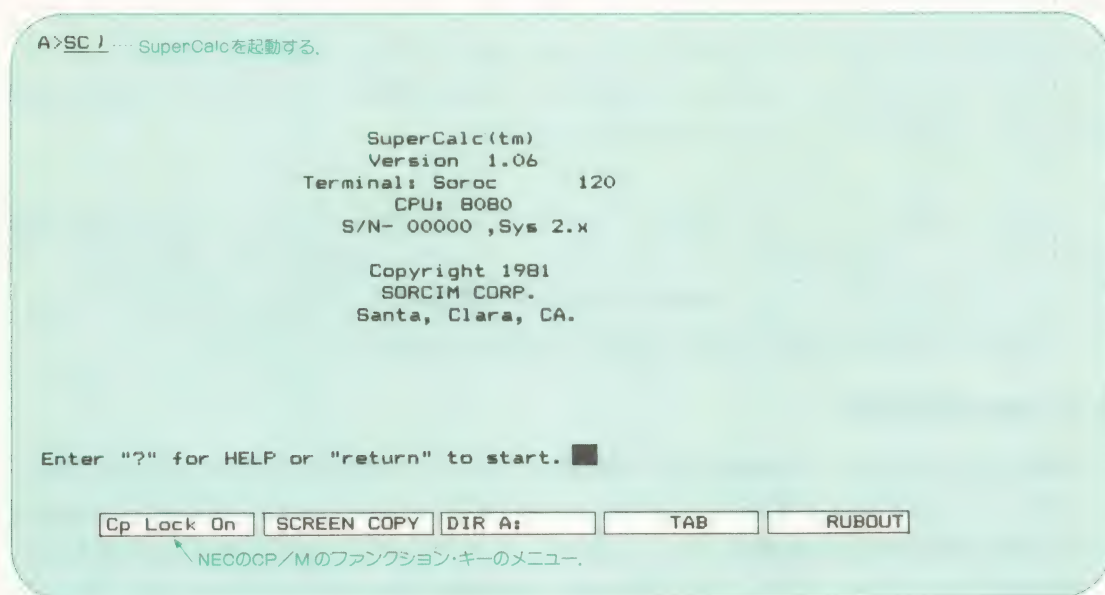



Figure-6.1.1　SuperCalc の起動と，そのオープニング・メッセージ．

さっそく〝RETURN″をキーインして，プログラムをスタートさせます．

プログラムがスタートすると，スクリーンには，Figure-6.1.2の左上方に示されている〝ディスプレイ･ウィンドウ″の部分が表示されます．この部分は，図でも分かるように，ワークシート全体の，ほんの一部分であり，ユーザーは，大きなワークシートの任意の場所を，このディスプレイ・ウィンドウを上下左右に移動することにより，見ることができる訳です．

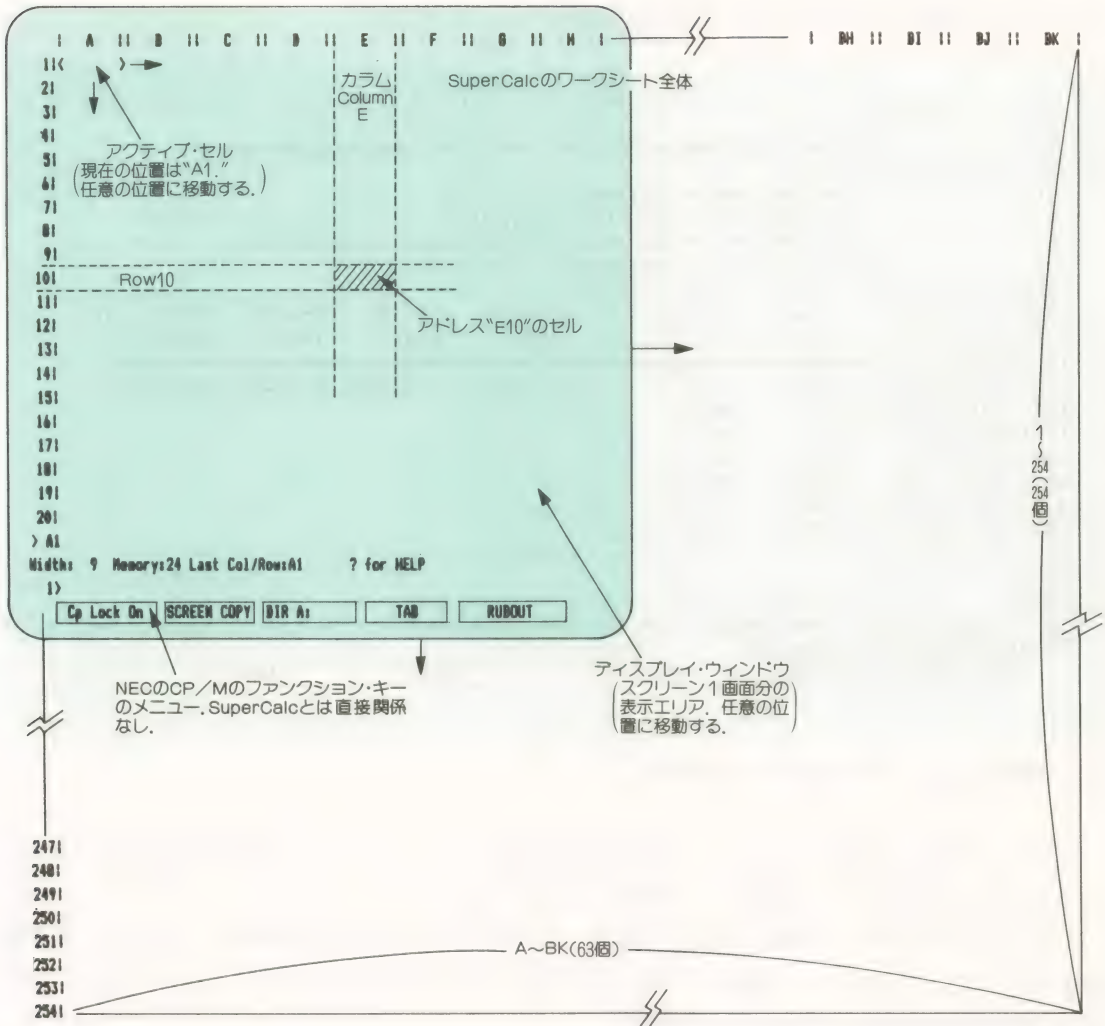



Figure-6.1.2　SuperCalcのワークシートとディスプレイ・ウィンドウ

次の表は，簡単な作表を行っている途中の状態を示したものです．

Figure-6.1.3　作表の途中の SuperCalc.

ロー1～7は，この表のタイトルと，表の中で使われているパラメータの説明文が書かれており，ロー8～19，カラムA～I の範囲が1つの表になっています．

デフォールトの各カラムの幅は9文字ですが，この表ではカラムAが広げられ，カラムDとIが狭められています．ただし，この幅はスクリーンやプリンタ上のことであり，データとしては，どのセルにも最大116文字を入力することができます．

表には，実在の人物の氏名とでたらめの身長・体重の値が記入されており，その右側には，意味のないパラメータA，B，Cと，その合計の項目があります．各パラメータが，どのような計算式により求められるかは，ロー4～7に書かれています．それらの計算式（フォーミュラ）は，すでに「イセリ　アキノブ」の行のみに書き込まれており，その計算結果が表示されています．パラメータA（PA）の実際のフォーミュラを，表のすぐ下に見ることができます．

「カタギリ　アキラ」以後は，データのみが記入されているだけで，フォーミュラは記入されておらず，その計算結果は白紙のままとなっています．

では，パラメータAのカラムを全部埋めてみましょう．

前頁の表の下部には，そのコマンド・ラインがすでに書かれています．

／Replicate，……複写する．

E12，E13：E18……セルE12のフォーミュラをセル E13～E18にレプリケートする．

という意味のコマンド・ラインです．

どうなるか，リタンをキーインして実行してみましょう．

Figure-6.1.4　　レプリケート・コマンドの実行．

このように，セル E13～E18がすべて計算され，結果が表示されました．つまり，セル E12のフォーミュラが，これらのセルに相対アドレスでレプリケートされたのです．セル E18のフォーミュラが，スクリーンの下部に表示されていますので，Figure-6.1.3のものと比較して下さい．

同様に，「イセリ　アキノブ」の行の，すでに書き込まれている各パラメータのフォーミュラをレプリケートして，完成させた表を次に示します．

```
   |      A      ||   B   ||   C   ||D||   E   ||   F   ||   G   ||   H   |||I|
  1|
  2|               SuperCalc Sample Program for CP/M Learning System #3
  3|
  4|               ﾊﾟﾗﾒｰﾀA  (PA)  =  (HI+WA)/2
  5|               ﾊﾟﾗﾒｰﾀB  (PB)  =  SIN(HI)  x  ATAN(WA)
  6|               ﾊﾟﾗﾒｰﾀC  (PC)  =  EXP(HI/100)+LOGe(WA)+SQROOT(HI+WA)
  7|               ｺﾞｳｹｲ    (SUM)  =  PA+PB+PC
  8||--------------------------------------------------------------------------|
  9||          ｺｳﾓｸ | ｼﾝﾁｮｳ      ﾀｲｼﾞｭｳ      |  ﾊﾟﾗﾒｰﾀA  ﾊﾟﾗﾒｰﾀB  ﾊﾟﾗﾒｰﾀC  ｺﾞｳｹｲ    |
 10|| ﾅﾏｴ           |  (HI)       (WA)       |   (PA)      (PB)      (PC)     (SUM)    |
 11||==========================================================================|
 12|| ｲｾﾘ ｱｷﾉﾌﾞ   | 173.6      67.9       |  120.75    -1.12962 25.43291 145.0533|
 13|| ｶﾀｷﾞﾘ ｱｷﾗ   | 171.4      66.4       |  118.9     1.529703 25.18992 145.6196|
 14|| ｶﾜﾀ ﾖｼﾋﾛ    | 172.7      65.9       |  119.3     .1360921 25.28848 144.7246|
 15|| ｺﾞｳ ｹｲｺ     | 161.6      50.1       |  105.85    -1.52234 23.80087 128.1285|
 16|| ﾋｭｳｶﾞ ﾋｻｴ   | 160.5      48.8       |  104.65    -.426610 23.66310 127.8865|
 17|| ﾌﾙｶﾜ ｽｽﾑ    | 175.7      72.3       |  124       -.353723 25.76108 149.4074|
 18|| ﾑﾗｾ ﾔｽﾊﾙ    | 175.2      70.2       |  122.7     -1.03708<25.6494> 147.3123|
 19||--------------------------------------------------------------------------|
 20|
< G18          Form=EXP(B18/100)+LNC12+SQRT(B18+C18)
Width:  9  Memory:21 Last Col/Row:I19      ? for HELP
  1>
   [Cp Lock On]  [SCREEN COPY]  [DIR A:      ]  [    TAB    ]  [  RUBOUT  ]
```


Figure-6.1.5　完成した表.

このように，1項目1つの計算式を書けば，あとは非常に楽に表を完成することができます.

計算結果の数値ではなく，フォーミュラ自身を表示させたい場合は，コマンドにより次のように表示されます．各セルは，現在，デフォールトの9文字に表示が制限されていますので，式の一部しか見えていません（表示字数の変更は自由に行える）.

```
   |      A      ||   B   ||   C   ||D||   E   ||   F   ||   G   ||   H   |||I|
  1|
  2|               SuperCalc Sample Program for CP/M Learning System #3
  3|
  4|               ﾊﾟﾗﾒｰﾀA  (PA)  =  (HI+WA)/2
  5|               ﾊﾟﾗﾒｰﾀB  (PB)  =  SIN(HI)  x  ATAN(WA)
  6|               ﾊﾟﾗﾒｰﾀC  (PC)  =  EXP(HI/100)+LOGe(WA)+SQROOT(HI+WA)
  7|               ｺﾞｳｹｲ    (SUM)  =  PA+PB+PC
  8||--------------------------------------------------------------------------|
  9||          ｺｳﾓｸ | ｼﾝﾁｮｳ      ﾀｲｼﾞｭｳ      |  ﾊﾟﾗﾒｰﾀA  ﾊﾟﾗﾒｰﾀB  ﾊﾟﾗﾒｰﾀC  ｺﾞｳｹｲ    |
 10|| ﾅﾏｴ           |  (HI)       (WA)       |   (PA)      (PB)      (PC)     (SUM)    |
 11||==========================================================================|
 12|| ｲｾﾘ ｱｷﾉﾌﾞ   | 173.6      67.9       |  (B12+C12 SIN(B12) EXP(B12/ SUM(E12+|
 13|| ｶﾀｷﾞﾘ ｱｷﾗ   | 171.4      66.4       |  (B13+C13 SIN(B13) EXP(B13/ SUM(E13+|
 14|| ｶﾜﾀ ﾖｼﾋﾛ    | 172.7      65.9       |  (B14+C14 SIN(B14) EXP(B14/ SUM(E14+|
 15|| ｺﾞｳ ｹｲｺ     | 161.6      50.1       |  (B15+C15 SIN(B15) EXP(B15/ SUM(E15+|
```

```
 16|| ﾋｭｳｶﾞ ﾋｻｴ  | 160.5     48.8      |  (B16+C16 SIN(B16) EXP(B16/ SUM(E16+|
 17|| ﾌﾙｶﾜ ｽｽﾑ   | 175.7     72.3      |  (B17+C17 SIN(B17) EXP(B17/ SUM(E17+|
 18|| ﾑﾗｾ ﾔｽﾊﾙ   | 175.2     70.2      |  (B18+C18 SIN(B18) EXP(B18/ SUM(E18+|
 19||-----------------------------------------------------------------------'
 20|                                                                        >
v H20
Width:  9  Memory:21  Last Col/Row:I19     ? for HELP
  1>
   | Cp Lock On | | SCREEN COPY | | DIR A:     | |     TAB     | |   RUBOUT   |
```

それぞれのフォーミュラが表示されている.

Figure-6.1.6　数値の代わりに，そのフォーミュラを表示させたもの.

表がすべて完成し，プリンタへタイプアウトした結果を示します．ロー，カラムの表示は，付けたり取ったり自由です．

Figure-6.1.7　タイプアウトされた完成した表.

以上紹介したのは，SuperCalc の使い方のごく基本的な簡単な例にすぎません．まだまだ目を見張るような実に多くの機能を有していることを，お断りしておきます．

さらに SuperCalc には，メニュー・システムが完備されていて，使い方や，それぞれのコマンドが分からない場合には，〝?〞記号をキーインすることにより，その場で必要なコマンド・メニューや，コメントをいつでも表示することができます．このメニュー・システムはツリー構造になっていて，

現在入力されているコマンドに従って，全般のメニュー→細部のメニューという具合に，その場合に応じて必要なものが自動的に出力されます．この辺の動きは実にスマートであり，日本のソフトウェア・ハウスもよく研究してもらいたい点です．

6.2 スクリーン・エディタの使用例

CP／M に付属しているエディタ (ED．COM) は，十分に強力であり，アセンブラや各種言語のソース・ファイルの作成に広く使われています．ED は強力ではありますが，それを自由自在に使いこなすには，かなりの熟練を必要とします．筆者も，自在に使えるようになるまでは，恐らく1年ぐらいはかかったような気がします．

自在に使いこなせるようになると，ED の強力さは，一般のパーソナル・コンピュータに組み込みのBASIC が持っているエディタ（そのほとんどがスクリーン・エディタ）とは格段の差があることがよく分かるようになります．

一般の BASIC が持っているスクリーン・エディタは，非常に使い易く，小さなプログラムの開発には大変便利ですが，大きなプログラムのエディタとしては，機能不足で使いものにならないと言っても過言ではありません．致命的な不足機能の主なものは，テキスト全体に対するグローバルな文字列サーチと文字列の置き替えです(EDのコマンドの〝MF……〃，〝MS……〃 や 〝nN……〃 に当たる)．

そこで，使いやすいスクリーン・エディタであり，かつ，テキスト全体をグローバルにエディット可能なエディタが望まれることになります．

6.2.1 Micro Pro社のWord Master

スクリーン・エディタは，数社から発売されていますが，その代表的なものは，ここで取り上げるMicro Pro 社の Word Master です．Micro Pro 社は，有名な英文ワード・プロセッサの 〝Word Star〃 で広く知られているソフトウェア・メーカーであり，エディタであるこの Word Master も，CP／M 上のスクリーン・エディタの代名詞になっているぐらいに広く使われているエディタです．

Word Master は，誰でもすぐ使える便利なスクリーン・エディタとテキスト全体をグローバルにエディットする機能を合わせ持っており，そのために，２つのエディット・モードを備えています．

- VIDEO モード
- COMMAND モード

の２つであり，VIDEO モードがスクリーン・エディタのモードであり，COMMAND モードが，CP／

Mに付属のEDと，だいたいコマンド・コンパチブルなポインタ形式のエディタのモードで，グローバルなエディットが可能です．エディット作業は，この2つのモードを，場合に応じて切り替えながら進めて行く訳です．モード切り替えは簡単であり，VIDEOモードからCOMMANDモードへは"ESC"キーの入力，その逆は"V⏎"のキー入力により瞬時に切り替わります．

6.2.2 Word Masterの実行例

実際にWord Masterを起動して，CP／Mに付属しているDUMPプログラムのソース・ファイル"DUMP．ASM"をエディットしてみましょう．CP／Mマシンには，PC-8801を使い，NECのCP／Mを走らせています．以下のリストは，そのSCREEN COPYの機能によりタイプアウトしたものです．

Word Masterを実行するには，2つのファイル，

WM．COM
WM．HLP（ヘルプ・メニューの表示をしなければ，これは必要ない）

が必要です．

Word MasterがドライブA:，"DUMP．ASM"がドライブB:上にあるとして，Word Masterを起動します．その様子と，起動直後，ほんのわずかの間表示される製品メッセージを次に示します．

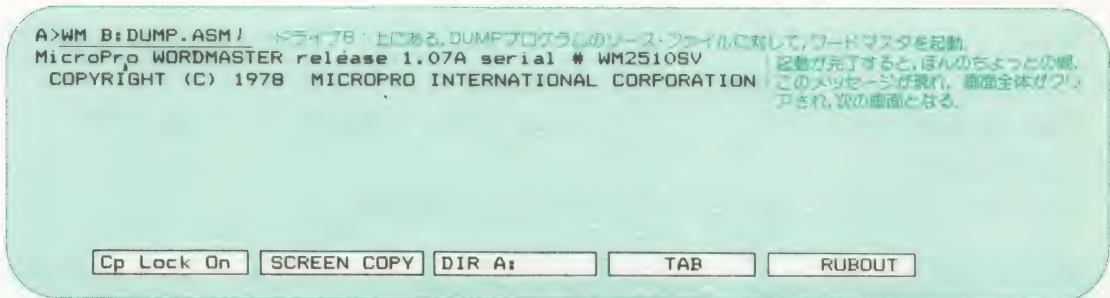



Figure-6.2.1　Word Masterの起動とオープニング・メッセージ．

ほんの少しの間，上のメッセージが現れ，その後すぐに画面のオール・クリアが行われ，テキストである"DUMP．ASM"の最初の1ページが表示されます．

その状態を次に示します．これは自動的に行われ，EDのように，アペンドのコマンドを実行する必要はありません．以後も，アペンドやセーブは自動的に行われるので，EDのAコマンドやWコマンドに相当するものは全く必要ありません．

```
;       FILE DUMP PROGRAM, READS AN INPUT FILE AND PRINTS IN HEX
;
;       COPYRIGHT (C) 1975, 1976, 1977, 1978
;       DIGITAL RESEARCH
;       BOX 579, PACIFIC GROVE
;       CALIFORNIA, 93950
;
        ORG     100H
BDOS    EQU     0005H   ;DOS ENTRY POINT
CONS    EQU     1       ;READ CONSOLE
TYPEF   EQU     2       ;TYPE FUNCTION
PRINTF  EQU     9       ;BUFFER PRINT ENTRY
BRKF    EQU     11      ;BREAK KEY FUNCTION (TRUE IF CHAR READY)
OPENF   EQU     15      ;FILE OPEN
READF   EQU     20      ;READ FUNCTION
;
FCB     EQU     5CH     ;FILE CONTROL BLOCK ADDRESS
BUFF    EQU     80H     ;INPUT DISK BUFFER ADDRESS
;
;       NON GRAPHIC CHARACTERS
CR      EQU     0DH     ;CARRIAGE RETURN
LF      EQU     0AH     ;LINE FEED

    Cp Lock On | SCREEN COPY | DIR A: | TAB | RUBOUT
```


Figure-6.2.2　WMが起動して，テキストの１ページ目が表示されたところ.

この後，２～３の簡単なエディットを実行してみますが，その前に，どのようなコマンドがあるのかを，ヘルプ・メニューで見ておきましょう.

Word Masterのヘルプ・メニューは，いつどんな時でもCtrl-Jをキーインすることにより表示させることができます.

Ctrl-J をキーインすると，まず次のコマンド・メニューが表示されます.

```
        VIDEO MODE SUMMARY  (TYPE ^J FOR NEXT FRAME)

^O   INSERTION ON/OFF          RUB  DELETE CHR LEFT
^S   CURSOR LEFT CHAR          ^G   DELETE CHR RIGHT
^D   CURSOR RIGHT CHAR         ^*   DELETE WORD LEFT
^A   CURSOR LEFT WORD          ^T   DELETE WORD RIGHT
^F   CURSOR RIGHT WORD         ^U   DELETE LINE LEFT
^Q   CURSOR RIGHT TAB          ^K   DELETE LINE RIGHT
^E   CURSOR UP LINE            ^Y   DELETE WHOLE LINE
^X   CURSOR DOWN LINE          ^I   PUT TAB IN FILE
^^   CURSOR TOP/BOT (^HOME)    ^N   PUT CRLF IN FILE
^L   CURSOR RIGHT/LEFT         ^@   DO NEXT CHR 4X
```

```
^W   FILE DOWN 1 LINE          ^P   NEXT CHR IN FILE
^Z   FILE UP 1 LINE            ^V   VIO CONTROL
^R   FILE DOWN SCREEN          ESC  EXIT VIDEO MODE
^C   FILE UP SCREEN            ^J   DISPLAY THIS
```

コマンドが分からない場合は，いつ，どんな時でもCtrl-Jをキーインすることにより，このコマンド・メニューが表示される.
このメニューは，ビデオ・モード(スクリーン・エディタのモード)のページであり，さらにCtrl-Jをキーインすることにより，次ページのメニューが表示される.
Ctrl-J以外のものをキーインすると，元の状態のままのテキストに戻ることができる.

| Cp Lock Off | SCREEN COPY | DIR A: | TAB | RUBOUT |

Figure-6.2.3　ヘルプ・メニューの最初のページ．VIDEO モードのコマンド・メニュー．

続いて同じく Ctrl-J をキーインすると，次のページのコマンド・メニューが表示されます．

Figure-6.2.4　2ページ目．COMMAND モードのコマンド・メニュー．

では，2～3の簡単なエディット作業を示します．内容はリスト内の解説文を参照して下さい．また，Figure-6.2.3のコマンド・メニューも参照して下さい．

Figure-6.2.5　スクリーン・エディット例．

```
;        FILE DUMP PROGRAM, READS AN INPUT FILE AND PRINTS IN HEX
;
;        COPYRIGHT (C) 1975, 1976, 1977, 1978
;        DIGITAL RESEARCH
*        WordMaster sample run.
*        Ctrl-N = Insert line.
*        Line insert sample for "Application CP/M".
;        BOX 579, PACIFIC GROVE
;        CALIFORNIA, 93950
;
         ORG      100H
BDOS     EQU      0005H    ;DOS ENTRY POINT
CONS     EQU      1        ;READ CONSOLE
TYPEF    EQU      2        ;TYPE FUNCTION
PRINTF   EQU      9        ;BUFFER PRINT ENTRY
BRKF     EQU      11       ;BREAK[]
OPENF    EQU      15       ;FILE abcdefg
READF    EQU      20       ;READ CTION
;
FCB      EQU      5CH      ;FILE CON12345<ROL BLOCK ADDRESS
BUFF     EQU      80H      ;INPUT DISK BUFFER ADDRESS
;
```

コントロール・キャラクタ以外は，キーインしたものはすべて，そのカーソル位置に置かれる．Word Masterは，画面表示＝テキストの内容である．

３ライン分の空白スペースに，適当にテキストを書き込んだ．各ラインの最後にキャリッジ・リタンの入力はいらない．

以下は，オリジナルのテキストと比較して下さい．

この位置にカーソルをセットして，Ctrl-Kをキーインすると，このように，カーソル以後，ラインの終わりまでが削除される．

この位置にカーソルをセットして，文字をキーインして行くと，元のテキストが書き替えられて行く．

"FUNCTION"の"C"の位置にカーソルをセットして，RUBOUTをキーインして行くと，カーソルの左側の文字が削除されて行く．

RUBOUTを３回キーインした例．

Figure-6.2.6　スクリーン・エディット例.

Word Master のスクリーンには，メモリ上のエディット・バッファの一部が表示されており，スクリーン上の変更は，すなわち，エディット・バッファのテキストの変更である訳です.

次にVIDEO モードから，COMMAND モードに切り替えてみましょう."ESC"キーの入力と同時にCOMMAND モードに切り替わります.

Figure-6.2.7　ESCキーの入力によりCOMMANDモードに切り替わる.

エディットを終了するには，ED と同様に E コマンドを実行します.

Word Master は，このような感じでエディット作業を行っていく訳ですが，スクリーン・エディット時に多用するカーソルの移動と，スクリーンのスクロールに関するキーの配列を示しておきます.

次の図のように，CTRL キーの近くにダイアモンド形に配列されていて，慣れると大変具合がいいものです.

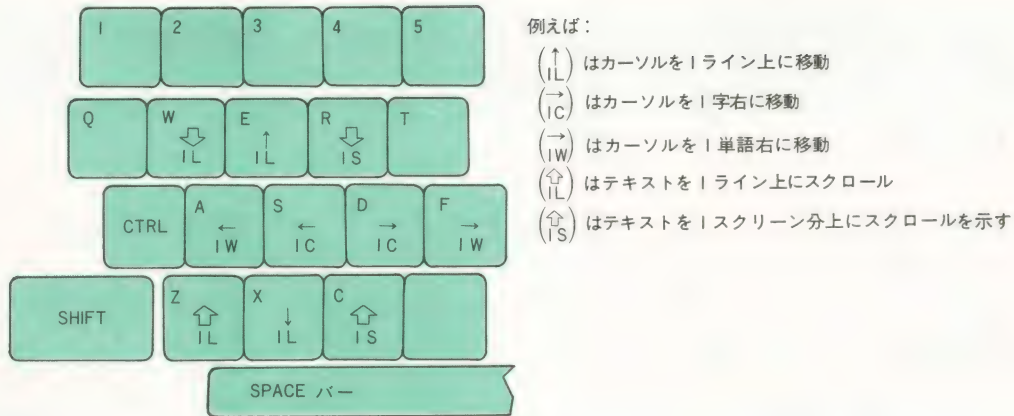



Figure-6.2.8　カーソル移動とスクロール関係のキー

6.3 スクリーン・オリエンテッドなソフトウェアとターミナルの適合について

スクリーン・エディタに限らず，ワード・プロセッサや，６．１章の簡易言語など，スクリーン上に表示されたそれぞれの位置を対象としています．このように，いろいろな操作を行うスクリーン・オリエンティッドな（そのターミナルやコンピュータでしか動かない）アプリケーション・プログラムの実行には，それぞれのコルピュータに，各種のスクリーン・コントロールの機能が必要です．

スクリーン・コントロール機能の主なものを列記すると，

- 画面全体のクリア，
- カーソルをホーム位置（左上端）にセット．
- カーソルのアドレッシング（任意の位置にセット）．
- カーソル位置から，そのラインの終わりまでのイレーズ．
- カーソル位置から，画面最後までのイレーズ．
- 輝度のコントロール．

などであり，これらは，一般的なエスケープ・シーケンスなどでコントロール可能でなければなりません．

6.3.1 エスケープ・シーケンスとは

エスケープ・シーケンスとは，エスケープ・コード（１BH）に続くアスキー・キャラクタの組み合わせをシーケンシャルにスクリーンに出力することにより，上記の各機能のコントロールなどを，そ

れぞれの組み合わせに従って行わせるものです.

例えば，アメリカで大変ポピュラーな CRT ターミナルである，SOROC IQ-120 のエスケープ・シーケンスの実例のいくつかを示しますと，

- スクリーンのオールクリア……………………………[ESC]＊　（つまり　1BH，2AH）
- カーソル位置からその行の終わりまでをイレーズ…[ESC]T　（つまり　1BH，54H）
- カーソル位置から画面終わりまでをイレーズ………[ESC]Y　（つまり　1BH，59H）
- カーソルのアドレッシング……………………[ESC]＝(y)(x)（つまり　1BH, 3DH, yyH, xxH）

という具合です.

これを具体的に説明すると，スクリーンのオール・クリアの場合は，エスケープ・コードの1BH，それに〝＊〞のアスキー・コードである2AHを，1BH，2AHと連続してコンソールに出力することにより，コンソールは，それをスクリーンのオール・クリアであると解釈し，実行します.

もう一例として，スクリーン上のX＝30，Y＝10のポイント，つまり，アドレス(30，10)のポイントにカーソルをセットする場合は，1BH，3DH，2AH(＝32＋10)，3EH(＝32＋30)の4バイトを連続してコンソールに出力すれば良いのです．SOROC IQ-120のカーソルのアドレッシングのX，Y座標には，それぞれ32(＝20H)のバイアス値が加算されます．つまり，原点は左上端であり，その座標（X，Y）は（0，0）ではなく（20H，20H）である訳です.

また，スクリーン・コントロールは，これらのエスケープ・シーケンスによるものだけでなく，コントロール・キャラクタによるものも併用されるのが普通です.

上記は，SOROC IQ-120 CRT ターミナルの例ですが，エスケープ・シーケンスを，どのようなシーケンスにするかは，残念ながら統一規格というものはなく，ターミナルのメーカーによってまちまちです.

そこで，ユーザーは，それぞれ自分のターミナルに合わせて，使用するソフトウェアのスクリーン出力部のルーチンを書き替えなければならないことになります.

6.3.2 自分のターミナルに適合させるためのスクリーン出力部の変更

スクリーン・コントロールのコントロール法は統一されておらず，ユーザーは，次の実行例にも示されているような，いろいろなターミナルを使用しています．しかし，ユーザーが，それぞれ自分の使用しているターミナルに合わせて，スクリーン・オリエンテッドなソフトウェアのスクリーン出力ルーチンを，いちいち書き直すのでは大変です.

そこで，スクリーン・エディタや，簡易言語や，他のスクリーン・オリエンテッドなソフトウェア製品の多くは，それぞれのターミナルに簡単に適合させるための特別なプログラムを用意しています.

その1つを，実例として示します．

6．1章で紹介した簡易言語の SuperCalc は，スクリーン表示をフルに活用したソフトウェアであり，その実行には，各種のスクリーン・コントロールが必要です．それらのスクリーン・コントロールの機能を持たない CP/M マシンでは，実行することはできません．

SuperCalc には，いろいろなターミナルに自動的に適合させるためのプログラム"INSTALL．COM"が付属しており，誰でも極めて簡単に自分の使っているターミナルに適合させることができます．

次にこのプログラムを起動して，途中の設問に答えた状態のスクリーンの表示の一部を示します．

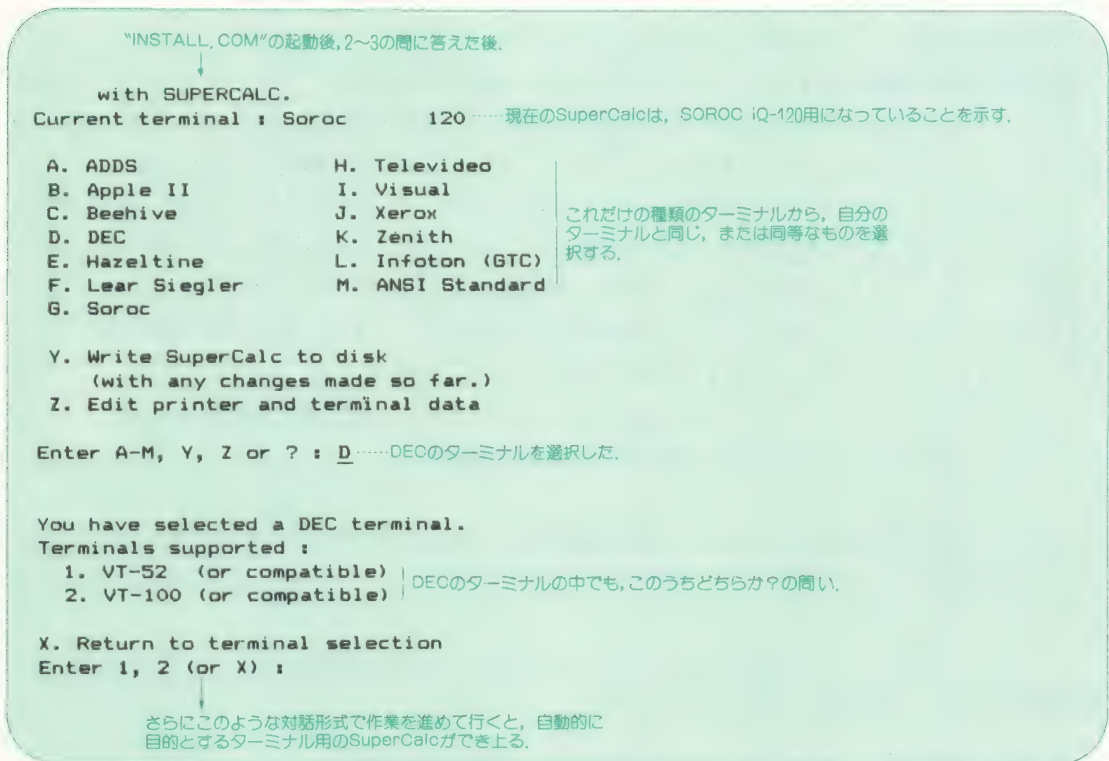



Figure-6.3.1　SuperCalc の各種ターミナルに適合させるための"INSTALL"プログラムの実行の一部．

このように，やさしい対話形式なので，専門の知識を持っていなくても誰でも簡単に自分のターミナルに適合させることが可能です．Apple IIにも適合できますので，Apple ユーザーはお見逃しなく．ただし，マイクロソフト社のZ80ソフトカードによる CP/M 上での話です．

もし，リストアップされている，どのターミナルとも同等でない場合は，DDT などを利用して，直接，該当部分のルーチンを書き替えることになります．

以上は，SuperCalcの各種ターミナルに適合させるプログラムの一例ですが，他のスクリーン・オリエンテッドなソフトウェアも，まともな製品ならば，ほとんどがこのような便利なプログラムを付属させています（MultiplanやCIS-COBOLのものは特に良くできている）.

このように，最近のソフトウェアは，スクリーン・オリエンテッドなものが多くなり，CP／Mマシンのターミナルは，各種スクリーン・コントロールがサポートされているものを使うことが必須となっています.

6.3.3 パーソナル・コンピュータの場合

パーソナル・コンピュータで，このようなスクリーンの機能が最初からサポートされているものは少なく，しかたなくCP／MのBIOS内に組み込まなければなりません．非常にうまくBIOS内にスクリーン・コントロール機能を組み込んだ例としては，NECのPC-8000シリーズ用にNECが発売しているCP／Mや，沖のif800CP／Mなどがそのお手本です.

これは，BIOS内に，前述のSOROC IQ-120と等価のスクリーン・コントロール・ルーチンを組み込んだもので，ユーザーは，PC-8000シリーズのパーソナル・コンピュータのスクリーンをSOROC IQ-120と思って使用することができ，各種のスクリーン・オリエンテッドなソフトウェアを自由に実行することが可能です.

よって，パーソナル・コンピュータのCP／Mを購入する際は，この点もよく確認しなければなりません．非常に重要なポイントです.

6.4 CP／Mマシンと PROM書込器との接続

CP／M上で開発したプログラムをPROMに固定したい場合，あるいは，すでに書き込まれているPROM上のデータを読み出して，逆アセンブラなどで解析したい場合などの，CP／MマシンとPROM書込器との間のデータ転送の実例を紹介しましょう.

とは言っても，このようなことは一項を設けて解説するまでもなく，PIPコマンドを使いこなせるユーザーであれば，造作もないことなのですが，RS-232Cインターフェイスは，たった3本の線で接続するだけで相互に通信可能であることなどを含めて，実例で示しましょう（PIPコマンドのすべての使い方は，「実習CP／M」の4．2章で解説しています．参照下さい.）.

使用するPROM書込器には，RS-232Cのインターフェイスが装備されており，インテルHEX形式のデータの送受ができるソフトウェアが内蔵されていることが前提となります．大抵の本格的なPROM書込器は，このような機能を持っています.

一方，パーソナル・コンピュータでなく，ソフトウェア開発用のマシンは，PROM書込器が内蔵されているのも多く，独立した書込器を使う必要はありませんので，ここでの解説からは除外します.

6.4.1 RS-232Cインターフェイスの接続

RS-232C インターフェイスのコネクタの一般的な標準は，25ピンのD型コネクタで，次のピン・アサイメントになっています．

	ピン	信号	
	1.	CG（chasis GND）	ケースの GND
←	2.	TD（Tx Data）	送信データ
→	3.	RD（Rx Data）	受信データ
←	4.	RTS（Request To Send）	送信要求
→	5.	CTS（Clear To Send）	送信可
→	6.	DSR（Data Set Ready）	データ送受可
	7.	SG（Signal Ground）	信号 GND
→	8.	CD（Carrier Detect）	キャリア検出
←	20	DTR（Data Terminal Ready）	データ送受可

⋮

矢印の向きは，コネクタから見た信号の流れ．

上記のピン・アサイメントは，一応の標準ではありますが，統一されている訳ではありませんので，各社まちまちなのが現状です．

そこで，CP／M マシンと PROM 書込器との RS-232C インターフェイス相互の接続は，それぞれのハードウェア・マニュアルに従って行わなければなりません．

PC－8001のCP／Mに接続されたPROM書込器

RS-232C の動作は，各種コントロール・ラインによって，コントロールされて，高速のシリアル伝送が可能となりますが，300ボー以下程度の速度であれば，コントロール・ラインによる制御を受けずにデータの送受が可能です．

300ボーの低速では，PROM 書込器を頻繁に使うユーザーにとっては，仕事にならないと思われますので，きちんとハンドシェイクを行って高速伝送が可能となるように接続して下さい．この仕事は，それぞれのインターフェイスのマニュアルが不備であったりして，なかなかうまく行かないものです．

ここでは，次の図に示すように，コントロール・ラインを全く相互に接続せず，GND と Tx，Rx の 3 線で接続し，300ボー以下で使用することにして，PROM書込器との転送作業を行ってみましょう．この方式ですと，大抵の RS-232C 機器間で無条件に伝送が可能です（インターフェイスによっては，自分自身のコネクタ内で，コントロール線をジャンパする必要があるかも知れません）．

300ボー以下で使用する場合は，3 線のみの接続で相互の伝送が可能です．

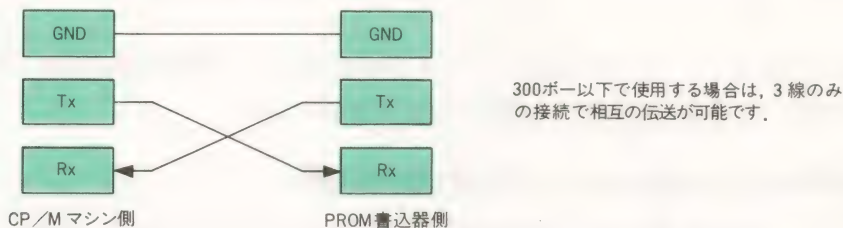



Figure-6.4.1　RS-232Cを 3 線で相互接続

6.4.2 CP／Mで開発したプログラムのPROM書込器への転送

両者の間は，Figure-6.4.1に示されているように接続されており，ボーレートは両者共に300ボーに設定されているとします．

開発されたプログラムは，インテル HEX 形式のファイル（ROM．HEX とでもしておく）でディスク上にあるとして，2 Kバイト未満のオブジェクトで2716タイプの PROM に書き込む場合の手順を示します．

1. まず，PROM 書込器のマニュアルに従って，RS-232C インターフェイスからデータを受け取る準備をし，用意ができたら受信状態にしておきます．
2. PIP コマンドで転送するファイル〝ROM．HEX〞を RS-232C から送り出します．PIP コマンドのデバイス名は，コンピュータによって異なります．ここでの実例は，PC-8801で NEC の CP／Mを使った場合のものです．その様子を次に示します．

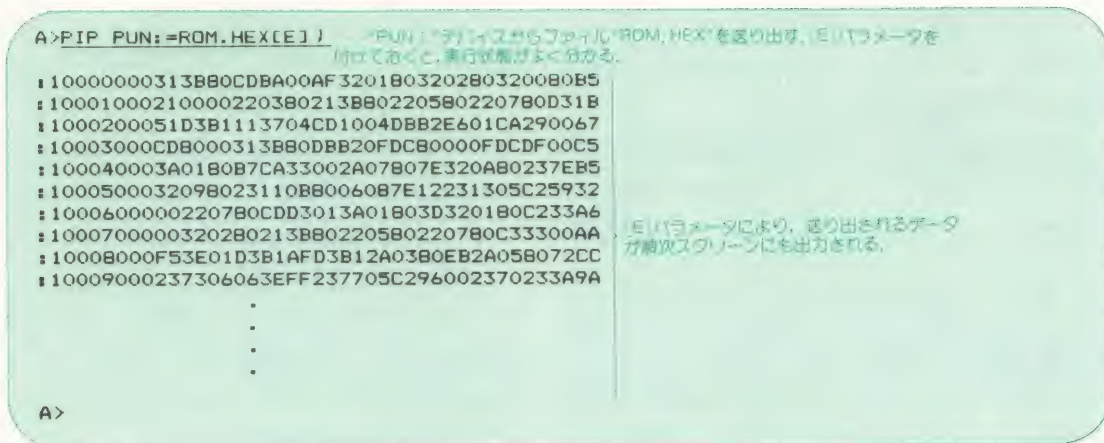



Figure-6.4.2　CP／M マシンからでき上ったプログラムを PROM 書込器に転送する．

3. データの転送が終了して，受信が成功したことが確認されると，PROM 書込器は，何らかの合図を出すでしょうから，PROM への書き込み作業を行います．

6.4.3 未知のPRO内データを読み出して，CP／Mで解析する例

CP／M マシンと，PROM 書込器は前項の通りに接続・設定してあるとします．未知の PROM には，前項で書き込んだばかりのチップをサンプルとしましょう．

PROM 内のデータを CP／M マシンで受信して，HEX ファイルとしてディスクにセーブする手順を示します．

1. まず，CP／M マシン側で，先に PIP コマンドを実行しておきます．ファイル名は "ROM 1 . HEX" とでもしておきました．

   A>PIP ROM1 . HEX=RDR : [E] ⏎

   PIPコマンドのデバイス名は，コンピュータによって異なりますが，ここでの実例は，PC-8801 での NEC のCP／M のものです．

2. この後に，PROM 書込器を操作して，未知の PROM 内のデータを読み出して，RS-232C から HEX コードとして送り出します．
   その時のCP／M 側での受信例と，生成された HEX ファイルの確認の様子を次に示します．

Figure-6.4.3　　PROM 書込器からの未知の ROM データの受信．

```
A>STAT ROM1.HEX ↲        生成されたファイルの確認．

 RECS   BYTES   EXT ACC
   46      6K     1 R/W A:ROM1.HEX ……6Kバイトの HEXファイルが作られている．
BYTES REMAINING ON A:  14K

A>
```

Figure-6.4.4　　生成された HEX ファイルの確認．

3. 生成された未知の ROM 内データのファイル "ROM1．HEX" を DDT や ZSID などにより解析します．DDT によりメモリ上にロードした様子を次に示します．
   この ROM 内データは，Figure-6.4.4のHEX データのアドレス部から，ロード・アドレスは 0 Hであることが分かるので，DDT などでメモリ上にロードする場合は，100H以上にロードするためのバイアスをかけなければならないことに注意します．

```
A>DDT↲        DDTを起動.

DDT VERS 2.2
-IROM1.HEX↲   100Hのバイアスをつけて"ROM1.HEX"をロード.
-R100↲        (100Hのバイアスをつけたのは,このプログラムが0H
NEXT  PC      スタートのため)
0900 0800

-L100↲
  0100  LXI   SP,803B
  0103  CALL  00BA
  0106  XRA   A
  0107  STA   8001     未知のROM内プログラムが,CP/Mのメモリ
  010A  STA   8002     上にロードされた.以後は逆アセンブルなどで
  010D  STA   8000     解析を行って行く.
  0110  LXI   H,0000
  0113  SHLD  8003
  0116  LXI   H,803B
  0119  SHLD  8005
  011C  SHLD  8007
-
        .
        .
        .
        .
```

Figure-6.4.5　未知の ROM 内データを，CP／M 上で解析する．

6.5 CP／Mマシン間の音響カプラによる通信

最近，数社から5万円を切る低価格の音響カプラが発売されており，電話がつながる所なら日本国内と言わず世界中どことでも CP／M マシン間のデータの送受が行えます．

音響カプラのほとんどのものは，RS-232C インターフェイスで入出力を行っているので，CP／M マシンは，RS-232C インターフェイスがサポートされているものであることが前提となります．

音響カプラによる電話線を介してのデータの伝送は，各種ノイズが混入する機会が非常に多く，長いデータ伝送になればなるほど，エラー率は増加します．よって，電話線を介しての伝送は，エラーは必ず発生することを考慮して作られたプロトコルを持った「データ通信用プログラム」によってデータ伝送を行うことが不可欠です．

そのプロトコルの基本は，例えば，送り出し側で128バイトとか，256バイトとかを1ブロックとし，ブロック単位でチェックサムやCRC(Cyclic Redundancy Check：チェックサムより高度なエラー・チェック方式）などを算出し，そのブロックの最後に付加して送り出します．受信側では，受信したデータをブロック単位でチェックし，OK であれば OK サインを送信側に返し，次のブロックの送信を要求します．もしエラーが検出されれば再び同じブロックの再送信を要求します．

と，このような手順で送受両者がハンドシェイクしながらデータの送受を行う訳です．

6.5.1 専用プログラムを使用せず，PIPコマンドで伝送する例

通信プロトコルを持った専用プログラムを使用しなければ，電話線を介しての伝送は実用にはなりません．しかし，CP／MのPIPコマンドには，HEXファイルの送受の際の異状を検出する［H］パラメータがあり（実習CP／M 4．2章参照），短いインテルHEX形式のデータなら，伝送可能です．ただし，PIPはエラーを検出すると自動的に入力を停止しますので，その場合は最初からやり直さなければなりません．

では，CP／Mのマスター・ディスクに含まれている〝DUMP．ASM〟を，ASMでアセンブルして生成される〝DUMP．HEX〟を音響カプラを使って，電話線で伝送する例を示します．

1. 6．4章の場合と同様に，CP／Mマシンと音響カプラのRS-232Cインターフェイスを接続し，ボーレートを300ボーに設定します．音響カプラの通信モードは，送受とも半二重（HALF）にセットします．CALL↔ANSの切替は，送信側が〝ANS〟，受信側が〝CALL〟にセットします．
2. 相手と電話で打ち合わせをし，その後，受話器を音響カプラにセットし，カプラの電源を入れます．
3. まず受信側から先に次のPIPコマンドを実行します．作られるファイル名は，ここではTEST．HEXとでもしておきます．

   A＞PIP␣TEST．HEX＝RDR：［HE］ ⏎

4. 手順3．のあとに，送信側は次のPIPコマンドを実行します．

   A＞PIP␣PUN：＝DUMP．HEX［E］，EOF：⏎

5. ノイズなどによるエラーがなければ，これで自動的に受信したデータのファイルが作られます．エラーが発生すれば，受信側ではエラー・メッセージを出力して，受信を停止するので，再び手順の2．からやり直します．

次に受信側の実行の様子を示します．送信側は，PIPのコマンド・ラインが異なるだけで同様なので省略します．

```
A>PIP TEST.HEX=RDR:[HE]↲      "RDR：" デバイスから入力して，そのデータをファイル"TEST.HEX"としてセーブする．
                               HEXファイルをチェックをさせるための[H]パラメータを必ず付けること．
:10010000210000392215023157O2CDC101FEFFC284
:100110001B0111F301CD9C01C351013E803213023A
:1001200021OOOOE5CDA201E1DA5101477DE60FC2D1
:10013000440ICD7201CD59010FDA51017CCD8F01FF
:100140007DCD8F01233E20CD650178CD8F01C32366
:1001500001CD72012A1502F9C9E5D5C50E0BCD05F1
:1001600000C1D1E1C9E5D5C50E025FCD0500C1D101
          .
          .                  [E]パラメータにより，入力データは，順次
          .                  スクリーンにも表示される．
          .
:1001E000452044554D502056455253494F4E2031DD
:1001F0002E34240D0A4E4F20494E5055542O464966
:100200004C4520505245535345E54204F4E204449B2
:03021000534B2429
:0000000000
A>……エラーなく受信できた場合には，以上のHEXデータが，ファイル"TEST.HEX"としてセーブされている．
```

Figure-6.5.1　音響カプラによる電話線を使ってのデータ受信側．

注）PIP コマンドのデバイスは，コンピュータによって異なります．ここでの例は，送受とも PC-8801の RS-232C インターフェイスを，NEC の CP／M で使用したものです．

以上のような手順で，専用の通信プログラムがなくても，HEX ファイルであれば，2～3回やり直しをすれば伝送可能です．通常は，通信プログラムを使っていますので，今回の方法は初めてのことであり，アスキーの出版部と，筆者宅の間で実験を行いました．回線の状態に大きく依存しますが，だいたい2回に1回は成功するようです．

音響カプラによる通信を行っている筆者の現在のマシン類．電話機の左はミニファクス．右端は，YD-74C×2 ドライブを接続した往年のS-100システム SOL-20.（本書が出版される頃，左端の8インチシステムで満足のいく高速CP／M(未発売)が稼動を始め，随分と活躍したSOLも交代の時代が来た.）

あとがき

アスキー・ラーニングシステムのCP／Mシリーズは，この「応用CP／M」で一応完結です．「入門CP／M」に着手してから，この応用編が発売されるまで，1年半もかかってしまいました．しかし，なんとかまとめ上げることができたのは，「早く応用CP／Mを出せ」という実に多くの当シリーズ愛読者の多大な期待に支えられていたためです．どうもありがとうございました．

CP／Mの良さは，その簡潔さにあります．その簡潔であるために持ち合せていない機能を捕らえて，欠点であると言う人も中にはいます．私はそれらの人は，もしかしたら8ビットのマイクロコンピュータに取り組んだことがないのではないかとも思います．相手はミニコンピュータや大型コンピュータではありません．

要はコンピュータの能力とのバランスのとれたOSであることが大切です．16ビットの，それも68000あたりのコンピュータであれば，現在のCP／Mでは明らかにバランスしません．そこでは新しいCP／MであるコンカレントCP／Mとか，UNIXとかの世界になるでしょう．

私は，当シリーズの最後に，「応用CP／M」を読まれた読者のみなさんに1つお願いがあります．

それは，CP／Mの存在を知らなかったり，名前は知っていても取りかかる糸口が見つからないでいる多くの優秀な若者に，このCP／Mの世界があることを教えてあげてほしいのです．彼らの多くは，パーソナル・コンピュータに組み込まれているBASIC言語の殻の中だけでコンピュータというものを見ていると思うのです．しかし何かのきっかけで，アセンブラなり他の言語なりに興味を持つようになり，大きく飛躍することができるかも知れません．BASICから離れようとした時，そこからがすべての始まりであるという気がしてならないのです．

読者の回りに，そのような熱心な若者がいたら，是非CP／Mの世界のことを話してあげて下さい．

ソフトウェアの世界は限りなく広く，CP／Mはこの海に乗り出すための小さな船に過ぎません．しかし，小さいながら信頼できる船です．

今夜は，シンプルで小さな船「CP／M」に乾杯！

5章の「各種高級言語」では，ABCの河田至弘氏，電通大の打越浩幸氏，リギーコーポレーションの片桐明氏にいろいろと助けて頂きました．無理なお願いを心良く引き受けて下さって，ほんとうにありがとうございました．

村瀬　康治
テレビ朝日技術局勤務
初版時　36歳

付録A　NECのCP/Mについて

1982年7月に，PC-8001またはPC-8801に共通のCP／MがNECから発売されました．ディスクのアクセス·スピードは，8インチの標準ディスクの場合より速く非常に高速であり，日本のCP／Mでは初めての〝タイプ・アヘッド機能〞など，多くの拡張機能を持った画期的なものです．ここではNECのCP／Mで一番最初に発売された，ミニディスク用片面バージョンのものの概要を紹介しておきます．

●対象機種：

PC-8001＋（PC-8011またはPC-8012・8013）および，
PC-8801（N-BASICモードで動作）．

●使用ディスク・ユニット：

PC-8031-1WあるいはPC-8031-2W（ただし1Wとして動作する）のいずれでも可．

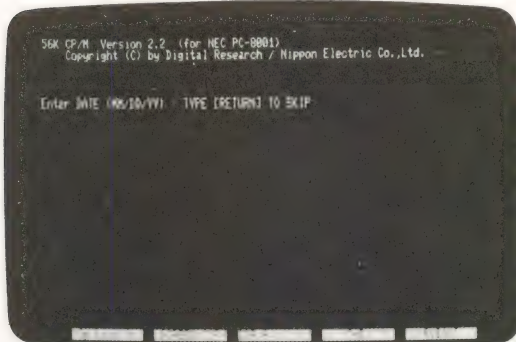
●NEC-CP／M独自の拡張機能：

1)エスケープ·シーケンス等によるスクリーン·コントロール(6．3章参照)，およびN-BASIC内グラフィック機能などのコントロール．
2)N-BASIC ROM内各ルーチンの呼び出し機能，
3)割り込み処理によるバッファリング・キー入力機能（これを〝タイプ・アヘッド機能〞と言い，コンピュータがいかなる処理を行っている場合でも，また，いかに速くタイプインしようと，キーが押されたものは1文字たりとも取りこぼすことなく入力が行える機能）．
4)任意のプログラムを，CP／Mの起動時にオート・スタートさせることができる．
5)割り込み処理によるRS-232Cポートを2チャンネル，通常処理によるものを1チャンネル，計3チャンネルのRS-232Cポートをサポート．
6)ファンクション・キーによりスクリーン・コピー等の機能をサポートし，ユーザーによる定義も可能．
（その他省略）

●マスター・ディスクに含まれている独自のユーティリティ・プログラム：

1) ディスク・フォーマット．
2) ディスク・コピー．
3) オート・スタート設定プログラム．
4) ファンクション・キー定義プログラム．
5) CP／M サイズの変更を，完全に自動的に行うプログラム．

（その他省略）

NECは，このミニディスクの1W用のあと，2W用のCP／M，それにPC-8801 N88モードで動作する8インチ・ディスク用CP／Mを順次発売していく予定でいるようです．期日は未定．

PC-8001 CP／Mのオープニング画面

```
A>STAT *.*/

 Recs  Bytes  Ext Acc
   64     8k    1 R/W A:ASM.COM
    8     1k    1 R/W A:AUTHELLO.COM
    6     1k    1 R/W A:AUTO-ST.COM
   18     3k    1 R/W A:COPY.COM
   38     5k    1 R/W A:DDT.COM
   49     7k    1 R/W A:DISKDEF.LIB
   33     5k    1 R/W A:DUMP.ASM
    3     1k    1 R/W A:DUMP.COM
   52     7k    1 R/W A:ED.COM
   10     2k    1 R/W A:FORMAT.COM
  143    18k    2 R/W A:HELLO.ASM
   32     4k    1 R/W A:HELLO56.COM
   29     4k    1 R/W A:KEY.COM
   14     2k    1 R/W A:LOAD.COM
   32     4k    1 R/W A:MODULE.HEX
   80    10k    1 R/W A:MOVCPM.COM
   58     8k    1 R/W A:PIP.COM
   41     6k    1 R/W A:STAT.COM
   10     2k    1 R/W A:SUBMIT.COM
    4     1k    1 R/W A:SWITCH.COM
    7     1k    1 R/W A:SYSGEN.COM
   66     9k    1 R/W A:USER.ASM
  101    13k    1 R/W A:USERIO.ASM
   32     4k    1 R/W A:WCLOCK.COM
    6     1k    1 R/W A:XSUB.COM
Bytes Remaining On A: 3k

A>
```

Figure-A.1 PC-8001 CP／Mに含まれているファイル．

付録B　CP/M上で走るBASIC言語の ステートメント・関数比較一覧表

CP／M上の高級言語で，最もポピュラーに使われているBASIC言語の代表的なものを4種類（そのうち2種はコンパイラ）を取り上げ，そのステートメントと関数の一覧表を示します．

取り上げる言語を次に示します．

- MBASC（インタープリタ）
- BASCOM（コンパイラ．3．4章参照）
- CBASIC（中間コード・インタープリタ）
- CB-80（コンパイラ．5．3章参照）

1．ステートメントおよび関数一覧表

分類	機　能	CBASIC	CB-80	MBASIC	BASCOM
実行制御	分割したプログラムをディスクから順次ロードし実行	CHAIN	CHAIN	CHAIN	CHAIN
	別のプログラム・モジュールへの変数の引渡し	COMMON	COMMON	COMMON	COMMON
	SUB手続きに処理を移行		CALL		
	機械語のプログラムの実行開始	CALL	CALL	CALL	CALL
入出力ステートメント(1)（ファイル以外）	キーボードから入力して変数に代入	INPUT	INPUT	INPUT	INPUT
	コンマもデータとしてキーボードから1行入力	INPUT LINE	INPUT LINE	LINE INPUT	LINE INPUT
	画面に情報を出力	PRINT	PRINT	PRINT	PRINT
	画面に指定書式で文字，数値を表示	PRINT USING	PRINT USING	PRINT USING	PRINT USING
	プリンタに情報を出力	PRINT	PRINT	LPRINT	LPRINT
	プリンタに指定書式で文字，数値を印字	PRINT USING	PRINT USING	PRINT USING	PRINT USING
	指定した出力ポートにデータを出力	OUT	OUT	OUT	OUT
	メモリの指定番地にデータを書き込む	POKE	POKE	POKE	POKE
	出力装置をコンソールからプリンタに変更	LPRINTER	LPRINTER		
	出力装置をプリンタからコンソールに変更	CONSOLE	CONSOLE		
	DATA文で定義された定数を変数に代入	READ	READ	READ	READ
	READ文で読み込まれるデータの格納	DATA	DATA	DATA	DATA
	DATA文の値の再読み込み指定	RESTORE	RESTORE	RESTORE	RESTORE
入出力ステートメント(2)（ファイル）	シーケンシャル・ファイルからのデータ入力	READ #	READ #	INPUT #	INPUT #
	ランダム・ファイルからのデータ入力	READ #	READ #	GET #	GET #
	シーケンシャル・ファイルからの1行入力	READ # LINE	READ # LINE	LINE INPUT #	LINE INPUT #
	ランダム・ファイルからの1行入力	READ # LINE	READ # LINE		

分類	機能	CBASIC	CB-80	MBASIC	BASCOM
入出力ステートメント（ファイル）(2)	ディスクから１バイトのデータを入力		GET		
	シーケンシャル・ファイルにデータを出力	PRINT #	PRINT #	PRINT #	PRINT #
	ランダム・ファイルにデータを出力	PRINT #	PRINT #	PUT #	PUT #
	シーケンシャル・ファイルに指定書式でデータを出力	PRINT # USING	PRINT # USING	PRINT # USING	PRINT # USING
	ランダム・ファイルに指定書式でデータを出力	PRINT # USING	PRINT # USING		
	ディスクに１バイトのデータを出力		PUT		
分岐ステートメント	指定された行番号の文へ無条件分岐	GOTO	GOTO	GOTO	GOTO
	指定されたラベルの文へ無条件分岐		GOTO		
	指定された行番号からのサブルーチンへ分岐	GOSUB	GOSUB	GOSUB	GOSUB
	指定されたラベルのサブルーチンへ分岐		GOSUB		
	条件判断によるプログラムの流れの制御	IF～THEN～ELSE	IF～THEN～ELSE	IF～THEN～ELSE	IF～THEN～ELSE
	式の値により指定行番号の文へ多岐分岐	ON～GOTO	ON～GOTO	ON～GOTO	ON～GOTO
	式の値により指定ラベルの文へ多岐分岐		ON～GOTO		
	式の値により指定行番号からのサブルーチンへ分岐	ON～GOSUB	ON～GOSUB	ON～GOSUB	ON～GOSUB
	式の値により指定ラベルのサブルーチンへ分岐		ON～GOSUB		
ループ	一連の命令を指定回数繰り返し実行	FOR～NEXT	FOR～NEXT	FOR～NEXT	FOR～NEXT
	FOR～NEXT 文の増分を指定	STEP	STEP	STEP	STEP
	一連の命令を条件つきで繰り返し実行	WHILE～WEND	WHILE～WEND	WHILE～WEND	WHILE～WEND
ファイル管理ステートメント	ファイルの新規作成	CREATE	CREATE	OPEN	OPEN
	ファイルの抹消	DELETE	DELETE	KILL	KILL
	ファイル名の変更	RENAME	RENAME	RENAME	RENAME
	ファイルを削除変更から保護		LOCK		
	ファイルの保護を解除		UNLOCK		
	ファイルバッファの割り当て	OPEN	OPEN	OPEN	OPEN
	ファイルバッファの解除	CLOSE	CLOSE	CLOSE	CLOSE
定義ステートメント	プログラム中の注釈指定	REM, REMARK	REM, REMARK	REM	REM
	配列次元数，添字の指定	DIM	DIM	DIM	DIM
	配列の最小添字の指定			OPTION BASE	OPTION BASE
	機械語プログラムのためのメモリ確保	SAVEMEM	SAVEMEM	CLEAR	CLEAR
	ユーザー関数の定義（１行）	DEF FN	DEF	DEF FN	DEF FN
	ユーザー関数の定義（複数行）	DEF FN～FEND	DEF～FEND		
	関数型SUB手続の定義		DEF～FEND		
	変数の型を整数として宣言	INTEGER	INTEGER	DEFINT	DEFINT
	変数の型を半精度実数として宣言			DEFSNG	DEFSNG
	変数の型を全精度実数として宣言	REAL	REAL	DEFDBL	DEFDBL
	変数の型を文字として宣言	STRING	STRING	DEFSTR	DEFSTR
	乱数系列の変更	RANDOMIZE	RANDOMIZE	RANDOMIZE	RANDOMIZE
	コンソール１行あたりの表示数の指定	(POKE 272,n)		WIDTH	WIDTH
	プリンタ１行あたりの印字数の指定	WIDTH		WIDTH LPRINT	WIDTH LPRINT
特殊ステートメント	エラー時処理ルーチンの指定		ON ERROR GOTO	ON ERROR GOTO	ON ERROR GOTO
	ファイルの終了を検出		IF END #	EOF	EOF
	プログラム実行状態の追跡	TRACE		TRON	TRON
	プログラム実行状態の追跡の解除			TROEF	TROFF

CP/M上で走るBASIC言語のステートメント・関数比較一覧表

分類	機能	CBASIC	CB−80	MBASIC	BASCOM
文字型ストリング関数	引数の数値を文字列に変換	STR$	STR$	STR$	STR$
	アスキーコードを文字に変換	CHR$	CHR$	CHR$	CHR$
	指定文字位置から任意字数の取り出し	MID$	MID$	MID$	MID$
	文字列の左から指定数の文字の取り出し	LEFT$	LEFT$	LEFT$	LEFT$
	与えられた文字の繰り返し文字列の作成			STRING$	STRING$
	指定数のスペースからなる文字列の作成			SPACE$	SPACE$
	文字列中の小文字を大文字に変換	UCASE$	UCASE$		
	10進数を16進の文字列に変換			HEX$	HEX$
	10進数を8進の文字列に変換			OCT$	OCT$
数値型ストリング関数	文字列の最初の文字をアスキー・コードに変換	ASC	ASC	ASC	ASC
	指定文字列を探索し，その位置を与える	MATCH	MATCH	INSTR	INSTR
	文字列の長さを与える	LEN	LEN	LEN	LEN
	数字列を数値に変換	VAL	VAL	VAL	VAL
入出力関数他	指定ポートから1バイト読み込む	INP	INP	INP	INP
	メモリの指定番地の内容を与える	PEEK	PEEK	PEEK	PEEK
	コンソール・ステータスを与える	CONSTAT%	CONSTAT%		
	コンソール・デバイスから1文字読み込む	CONCHAR%	CONCHAR%		
	CP/Mコマンド行の文字列を与える	COMAND$	COMAND$		
	変数に割り付けられたメモリ番地を与える	VARPTR	VARPTR	VARPTR	VARPTR
	文字列に割り付けられたメモリ番地を与える	SADD	SADD		
	指定ファイルのブロック数を与える	SIZE	SIZE		
	エラー・コードを与える		ERR	ERR	ERR
	エラーの発生した行番号を与える		ERL	ERL	ERL
	コンソールから1文字読み込みエコーバックしない		INKEY	INPUT$	INPUT$
	コンソールに出力される，次の水平位置を与える	POS	POS	POS	POS
	プリンタに印字される，次の水平位置を与える	POS	POS	LPOS	LPOS
数値関数	絶対値〔X〕	ABS(x)		ABS(x)	
	切捨て〔X〕（返される値は実数）	INT(x)		INT(x)	
	剰余X-〔X/m〕×m	MOD(x,m)		x MOD m(演算子)	
	整数の実数化	FLOAT(x)		CDBL(x), CSNG(x)	
	実数の整数化	INT%(x)		CINT(x)	
	文字列の数値化	VAL(x)		VAL(x)	
数値関数	正負符号の取り出し	SGN(x)		SGN(x)	
	半精度定数の全精度実数化			CDBL(x)	
	全精度実数の半精度実数化			CSNG(x)	
	指数関数 e^x	EXP(x)		EPX(x)	
	自然対数関数 logX	LOG(x)		LOG(x)	
	正弦関数 sinX	SIN(x)		SIN(x)	
	余弦関数 cosX	COS(x)		COS(x)	
	正接関数 tanX	TAN(x)		TAN(x)	
	逆正接関数 arctanX	ATN(x)		ATN(x)	
	平方根 $\sqrt{X}$	SQR(x)		SQR(x)	
	乱数	RND		RND	

2．定数，変数 仕様一覧表

分類	機能		CBASIC，CB-80	MBASIC，BASCOM
定数	整定数	最大	＋32767	＋32767
		最小	－32768	－32768
	半精度実定数	有効桁数		7桁
		最大指数		38
		最小指数		－38
	全精度実定数	有効桁数	14桁	16桁
		最大指数	62	38
		最小指数	－64	－38
	進法表示	16進定数	数値の後にH	数値の前に&H
		8進定数		数値の前に&または&O
		2進定数	数値の後にB	
	文字定数	最大文字列定数表	255文字	255文字
変数	属性文字	整数型	%	%
		半精度実数型		!
		全精度実数型	何もつけない	#
		文字型	$	$
	英数字変数名の有効長		31文字	40文字
その他	ラベルの使用		CB-80のみ可	不可
	1行の最大文字数		255文字	255文字

3. 演算子一覧表

分類	機　能		CBASIC, CB−80	MBASIC, BASCOM
算術演算子	べき乗		^	^
	負号		−	−
	乗算		*	*
	除算	実数除算	/	/
		整数除算	/	＼または¥
	剰余		MOD(x, m)(関数)	x MOD m
	加算		+	+
	減算		−	−
関係演算子	等しい		= またはEQ	=
	等しくない		<>またはNE	<>
	大きい		> またはGT	>
	小さい		< またはLT	<
	大きいか等しい		>=またはGE	>=
	小さいか等しい		<=またはLE	<=
文字列演算子	連結		+	+
	等しい		= またはEQ	=
	等しくない		<>またはNE	<>
	大きい		> またはGT	>
	小さい		< またはLT	<
	大きいか等しい		>=またはGE	>=
	小さいか等しい		<=またはLE	<=
論理演算子	否定		NOT	NOT
	論理積		AND	AND
	(内包的)論理和		OR	OR
	排他的論理和		XOR	XOR
	包含			IMP
	合同			EQV

付録C 本書で使用した各種ソフトウェアについて

本書で使用したソフトウェアの中で，

MACRO-80（和文マニュアル付）
LINK-80（和文マニュアル付）
BASCOM（和文マニュアル付）
FORTRAN-80（和文マニュアル付）
muLISP

以上は，マイクロソフト社の極東総代理店である㈱アスキーコンシューマプログクツ(TEL：03-486-7111）から，その最新バージョンを快く提供して頂きました.
また，

MAC	PL／I-80（和文マニュアル付）
RMAC	APL＼80
ZSID	ACT69
CIS COBOL（和文マニュアル付）	XLT86
CB-80	SuperCalc（和文マニュアル付）
PASCAL／MT＋	UTILITY VOL1（和文マニュアル付）

以上は，デジタルリサーチ社の極東総代理店である.㈱マイクロソフトウェア・アソシエイツ(TEL：03-497-0381)
から，その最新バージョンを快く提供して頂きました.

また，Rgy FORTH については，

㈱リギーコーポレーション（TEL：045-313-3038）

から，その最新バージョンの提供と，プログラミングについての親切な助言を頂きました.

これらのソフトウェアの購入や，問い合わせについては，上記，または上記の販売店に相談して下さい．参考までに，和文のマニュアルが付属しているものは，〝(和文マニュアル付)〃としておきました.

輸入ソフトウェアの和文マニュアル付のものは，上記または上記の販売店によるルートでなければ入手できませんので，よく確認して下さい．

アスキーコンシューマプロダグツの那須勇次氏

マイクロソフトウェア・アソシエイツの社長の岡田純一氏

リギーコーポレーションの社長の片桐明氏

には，当 CP／M シリーズのために何かと協力頂きまして，本当にありがとうございました．

本書で使用したソフトウェアなどのマニュアル

付録D　CP/M version 2.2のバグについて

デジタルリサーチ社は，1982年１月に，それ以前にリリースしたCP／M version 2.2のバグ情報のまとめを発表しています．

一般的なユーザーには直接関係ないバグもありますので，ここでは，日常使う可能性があるもので，一応は訂正しておいた方がよいと思われるものを２件ほど紹介しておきましょう．それ以後のリリースのものは，除々に修正されつつあると思いますが，次に示すリストの箇所を，一応 DDT で確認してみると良いでしょう．

PIP のパラメータ［S］と［Q］のバグ

PIP のオプションである［S］と［Q］パラメータを使って，[S文字列1^ZQ文字列2^Z]の複合コマンドとして，文字列1から文字列2の間を転送する場合，〝文字列1〟の字数と〝文字列２〟の字数が同じ長さの場合，正常な動作をしない場合がありました．

これは，次に示す手順でパッチを行うことにより修正できます．

```
A>DDT PIP.COM↲  …DDTを起動し，PIP.COMをロードする．
DDT VERS 2.2
NEXT  PC
1E00 0100
-L1168,1179↲
  1168  LDA   1F62
  116B  STA   1DF7
  116E  LXI   H,1F62
  1171  MVI   M,00      逆アセンブルして，バグ個所の確認．
  1173  LDA   1DF9      このようになっているものは，以下のように修正する．
  1176  INR   A
  1177  STA   1DF8
  117A
-A1168↲
1168  LXI H,1F62↲
116B  MOV A,M↲
116C  STA 1DF7↲
116F  MVI M,0↲
1171  LXI H,1DF9↲     ライン・アセンブラで，このように修正する．
1174  MOV A,M↲
1175  MVI M,0↲
1177  INR A↲
1178  DCX H↲
1179  MOV M,A↲
117A  .↲
-G0↲……DDTを終わりCP／Mに戻る．
```

```
A>SAVE 29 PIP.COM ↲ ……修正したPIP.COMのメモリ・イメージをディスクにセーブする.
A>                     PIP.COMのパッチ完了.
```

Figure-D.1 PIP の［S~Q］パラメータのバグの修正.

SUBMIT ファイルの中のコントロール・キャラクタのバグ

SUBMIT ファイル（. SUB）中にコントロール・キャラクタを含める場合は，例えば Ctrl-Z であれば，山形印の “∧” と “Z” の 2 文字を使って，“∧Z” と書けば，これは SUBMIT によって Ctrl-Z として認識されることになっていますが，正常に動作しない場合がありました.

これは，次に示す手順でパッチを行うことにより修正できます.

```
A>DDT SUBMIT.COM ↲ ……DDTを起動し，SUBMIT.COMをロード.
DDT VERS 2.2
NEXT  PC
0600 0100
-L441 ↲
  0441  SUI   61
  0443  STA   0E7D
  0446  MOV   C,A
  0447  MVI   A,19
  0449  CMP   C
  044A  JNC   0456      逆アセンブルして，バグ個所の確認.
  044D  LXI   B,019D    このようになっているものは，以下のように修正する.
  0450  CALL  02A7
  0453  JMP   045E
  0456  LDA   0E7D
  0459  INR   A
-S442 ↲
0442 61 41 ↲
0443 32 . ↲     アドレス442Hの1バイトのみ変更する.
-G0 ↲ ……DDTを終りCP／Mに戻る.
A>SAVE 5 SUBMIT.COM ↲ ……修正したSUBMIT.COMのメモリ・イメージをディスクにセーブする.
A>                        SUBMIT.COMのパッチ完了.
```

Figure-D.2 SUBMIT のコントロール・キャラクタのバグ修正.

索　　引

アスキー出版局

定価1,800円

ISBN4-87148-602-8 C3055 ¥1800E